Quanto à escolha dos materiais para os modelos é conveniente, tal como foi referido no artigo anterior, que, além de ensaios de solicitação uniaxial, sejam ensaiadas peças sujeitas a equilíbrios análogos ao que se deseja estudar, sobretudo quando se pretende averiguar o comportamento sob tensões ràpidamente variáveis as quais são difíceis de impor mesmo em solicitação uniaxial.

c) *Protótipo submetido a variações de volume*

16. — Consideremos o protótipo em equilíbrio estático sob a acção de variações de temperatura ou de outras solicitações que tendam a provocar variações de volume.

Designemos por Δ_p e Δ_m as variações de temperatura em dois pontos homólogos e por a_p e a_m os coeficientes de dilatação linear térmica dos materiais do protótipo e do modelo.

Supondo que os materiais do modelo satisfazem à condição indicada no artigo 13, é fácil concluir que subsistem as relações de semelhança (3) desde que em pontos homólogos se verifique

$$a_m \Delta_m = \frac{1}{\beta} a_p \Delta_p$$

isto é, no caso de temperaturas, desde que se imponham ao modelo variações de temperatura

$$\Delta_m = \frac{\varkappa}{\beta} \Delta_p$$

designando por $\frac{1}{\varkappa}$ a escala dos coeficientes de dilatação linear.

As reacções dos apoios satisfarão a $r_m = \frac{1}{\alpha} r_p$ ou $R_m = \frac{1}{\lambda^2 \alpha} R_p$ desde que os apoios homólogos sejam análogos.

Se o protótipo estiver submetido a forças de superfície terá ainda de se verificar $f_m = \frac{1}{\alpha} f_p$ ou $F_m = \frac{1}{\lambda^2 \alpha} F_p$.

(Continua)

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156

TELEG. EPALDA—LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

Agentes em todo o País

A determinação experimental da porosidade de corpos sólidos e insolúveis

Estudo crítico-experimental

PELO DOUTOR ARTHUR DE SOUSA

C. D. 66.067.322:532.514.032

Utilizámos três métodos para a determinação da porosidade duma centena de amostras. Antes de expôr os resultados comparativos obtidos, convém lembrar que estes métodos se baseiam na permeabilidade de corpos sólidos, e, nesta ordem de ideias, convém expôr as bases teóricas da permeabilidade.

Parte teórica

Nos três métodos que estudámos, o objecto poroso é imerso em água, para permitir a penetração desta no seio dos poros. A permeabilidade dum material poroso é uma função da geometria da fronteira entre o sólido e o espaço dos poros.

As leis de escoamento e as suas soluções têm merecido muito estudo até hoje. Todavia, é frequente considerar problemas de permeabilidade como sendo os resultados experimentais da solução da equação de Laplace, admitindo fortuitamente que o corpo poroso obedece à lei de Darcy que pode ser escrita:

$$V = -K \text{ grad } \Phi \qquad (1)$$

onde

V = velocidade de escoamento em ml/seg/cm² da superfície normal a V

Φ = o potencial hidráulico

K = a constante característica do material, denominado neste caso, a permeabilido material para o líquido de imersão.

Há vários autores que relatam ter achado valores bastantes anormais fazendo uso desta fórmula. A permeabilidade foi suposta diminuir em função do tempo devido à água que penetra nos poros, misturada com ar dissolvido; ao enchimento dos poros por material coloidal; ao bloqueio pelo movimento de partículas finíssimas em suspensão; ao aumento de organismos nos espaços porosos; às reacções químicas entre a água e o material poroso, assim como o intercâmbio de bases entre a porção coloidal do material e a água de escoamento.

Alguns autores admitem que a permeabilidade aumenta com o tempo ([1]). Em algumas centenas de experiências chegámos a conclusão absolutamente contrária: quando um material não é muito poroso, a permeabilidade diminui em função do tempo, como ilustram as figuras 1, 2 e 3. Os gráficos foram obtidos de experiências de simples imersão do material, em água fria.

Os resultados acima apontados provam que a permeabilidade não obedece a uma função linear, como a lei de Darcy:

$$V = -K \text{ grad } \Phi$$

visto que o gradiente de potencial Φ, é constante (grande quantidade de água de imersão em relação ao volume de água absorvida pelo material).

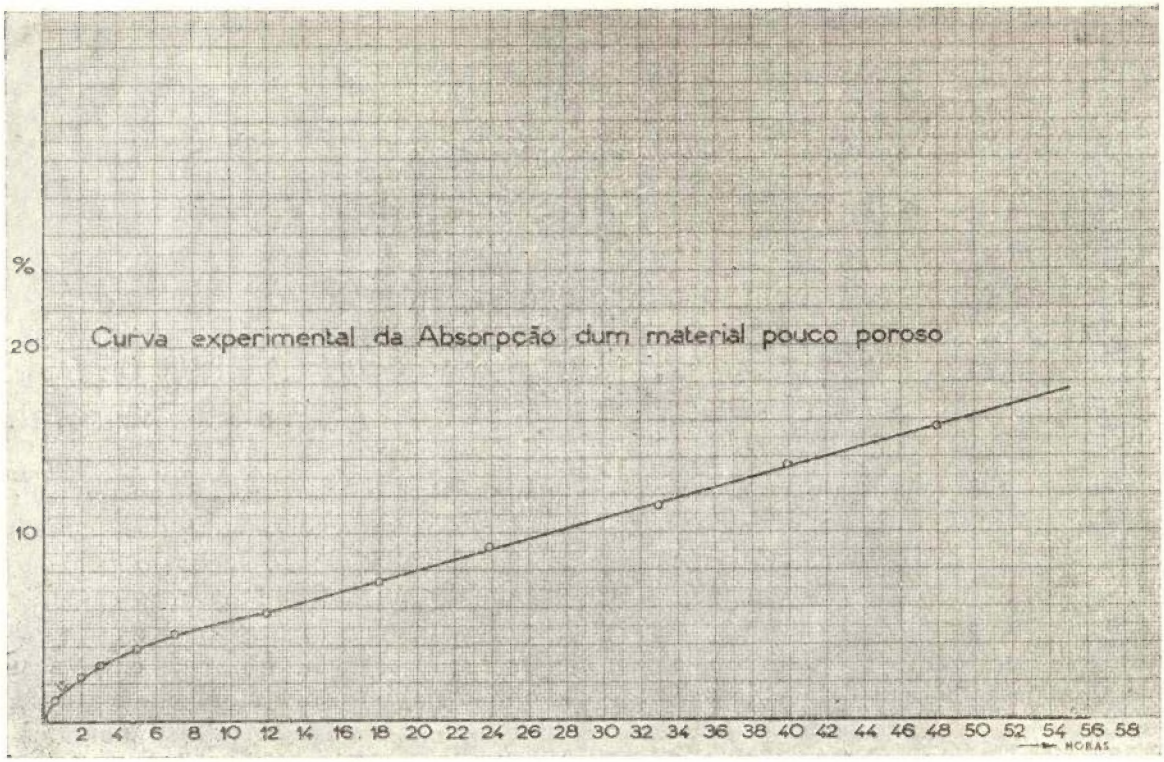
Outrora era corrente considerar um material poroso nos termos da distribuição dos poros ([2]) ou tamanho das partículas sólidas.

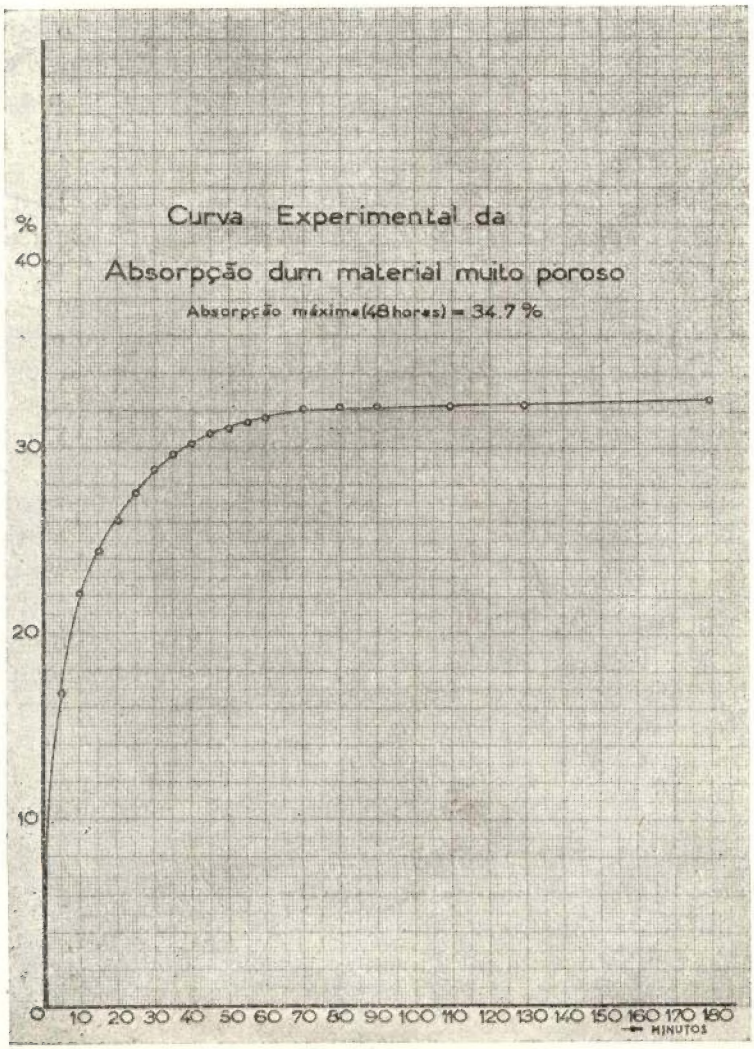
Resultou das fórmulas que dão a permeabilidade em função da composição mecânica, sendo uma das mais típicas, a do

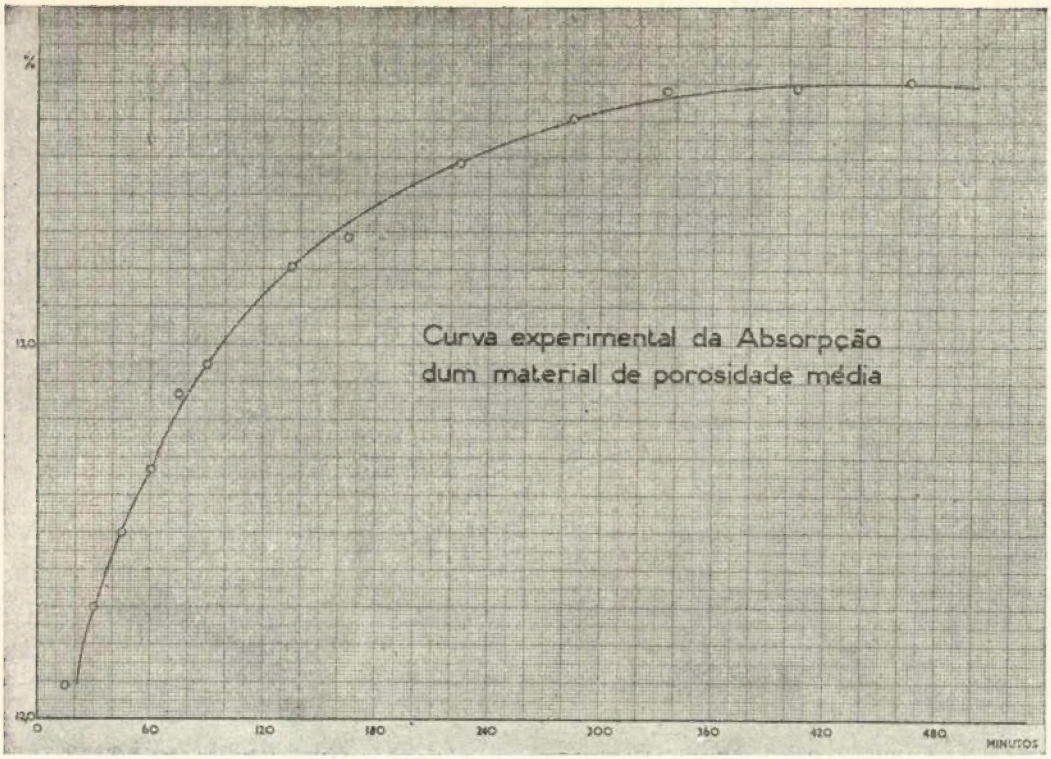
---

([1]) Christiansen J. E. — Soil Science, 1944, *58*, p. 355.

([2]) Slichter C. S. — U. S. Geol. Survey, 1897/98, 19 th Annual Report, 2.ª Parte, p. 295.


%
20
10
Curva experimental da Absorpção dum material pouco poroso
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58
HORAS


%
40
30
20
10
0
Curva Experimental da
Absorpção dum material muito poroso
Absorpção máxima (48 horas) = 34.7 %
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
MINUTOS



investigador austríaco Kozeny ([1]). Outros autores tais como Fair e Hatch ([2]), Terzaghi ([3]), Zunker ([4]) também estabeleceram fórmulas para a permeabilidade.

A fórmula de Kozeny escreve-se:

$$K = \frac{C\, d^2\, p^3}{(1 - p)^2} \qquad (2)$$

onde p é a relação entre o volume dos poros e o volume total aparente do sólido C representa uma constante empírica e d a medida da grossura dos poros. Como nos materiais por nós estudados há uma grande variedade de diâmetros de poros, o valor de d é mal definido para o nosso caso.

Fair e Hatch substituiram d por um factor V/A, onde, A representa a superfície total duma amostra porosa e cujo volume é representado por V. Portanto A/V é a superfície específica. Estes autores obtêm:

$$K = Dp^3 \,.\, (V/A)^2 \,.\, (1 - P)^2 \qquad (3)$$

Zunker e Terzaghi apresentam fórmulas muito diferentes.

Não há bases suficientes para pôr de parte estas fórmulas empíricas para a permeabilidade, visto que, na prática, há uma infinidade de tipos de poros cujos diâmetros variam na relação de 1:10.000. As fórmulas acima apontadas não tomam em conta a anisotropia do fenómeno de permeabilidade da grande maioria dos corpos porosos.

A causa fundamental do êrro das fórmulas do tipo Kozeny pode ser posta em evidência por desenvolvimento das mesmas segundo as indicações de Fair e Hatch, isto é, considerando uma estrutura hipotética do material poroso ou duma aglomeração de tubos capilares. Queremos tentar esta demonstração.

Seja um tubo de raio r, conduzindo um líquido com uma velocidade δv ml/seg. devido a um gradiente de potencial $\frac{d\Phi}{dl}$.

([1]) J. Koseny — S. B. Akad. Wiss. Wien, 1927 A 136, 271.

([2]) G. M. Fair e L. P. Hatch — J. Am. W. Works Assoc., 1933, 25, 1551.

([3]) C. Terzaghi — Eng. News Rec., 1925, p. 832.

([4]) F. Zunker — Trans. 6 th Com. Int. Soc. Soil Science, 1933, p. 18.

Segundo a equação de Poiseuille, temos:

$$\delta v = -\left(\frac{\pi r^2}{8\eta}\right)\left(\frac{d\Phi}{dl}\right)$$

onde η é a viscosidade do líquido. Se temos n destes tubos numa secção sólida de área, o escoamento total é:

$$v = -\left(\frac{n\pi r^2}{8\eta}\right)\left(\frac{2\pi r^2}{2\pi r}\right)^2\left(\frac{d\Phi}{dl}\right) \quad (4)$$

que se pode escrever também:

$$v = -\left(\frac{p}{2\eta}\right)\left[\left(V/A\right)\left(\frac{p}{1-p}\right)\right]^2 \cdot \frac{d\Phi}{dl}$$

Comparando esta expressão com a equação (1) deduzimos:

$$K = \left(\frac{1}{2\eta}\right) p^3 \cdot \left(\frac{V}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{(1-p)^2} \quad (5)$$

que é a forma da equação de Kozeny obtida após modificação e válida para o tipo de estrutura acima especificado.

Nesta estrutura consideramos um agrupamento de capilares de diâmetro único r. Se considerarmos capilares de vários diâmetros, cujo conjunto dá uma porosidade total p, poderíamos escolher um grupo de capilares, cada um de raio r, associando-o com uma porção do sólido que intervém no material, para dar ao grupo de capilares uma porosidade p, chegando assim a obter uma área (corte transversal) a_r constituída por condutores capilares de raio r.

A contribuição K_r deste grupo de capilares à permeabilidade total K do material, pode exprimir-se:

$$K = \frac{\Sigma a_r K}{\Sigma a_r} \quad (6)$$

onde K é dado pela expressão (5) com um valor $\left(\frac{V}{A}\right)_r$ próprio ao grupo de raio r.

Teremos então:

$$K = \left(\frac{1}{2\eta}\right)\left[\frac{p^3}{(1-p)^2}\right]\left[\Sigma a_r \left(\frac{V}{A}\right)_r^2 \cdot \frac{1}{\Sigma a_r}\right] \quad (7)$$

O último parêntesis pode escrever-se:

$$\left(\frac{\overline{V}}{A}\right)^2$$

e representa o valor médio de $\left(\frac{V}{A}\right)^2$ de todos os grupos. É evidente que esta expressão não é idéntica ao valor $\left(\frac{V}{A}\right)^2$ do conjunto de capilares, visto que a primeira é influenciada pelos canais de diâmetro maior e a segunda pelos canais de diâmetro menor.

Comparando a expressão (7) com a equação de Kozeny, constatamos uma diferença. Todavia, se consideramos duas estruturas similares sejam λ e μ, tais que para cada grupo de capilares de raio r em λ existe um grupo correspondente de capilares de raio mr em μ, cada grupo contribuindo com a mesma fracção à porosidade da secção total (corte transversal), será fácil provar que

$$\left(\frac{\overline{V}}{A}\right)_\lambda^2 \left(\frac{\overline{V}}{A}\right)_\mu = \frac{\left(\frac{V}{A}\right)_\lambda^2}{\left(\frac{V}{A}\right)_\mu} = \frac{1}{m^2} \quad (8)$$

Como admitimos que a porosidade p é a mesma quaisquer que sejam os grupos de capilares de raio diferente, a expressão (7) pode escrever-se:

$$\frac{K_\lambda}{K_\mu} = \frac{\left(\frac{V}{A}\right)_\lambda^2}{\left(\frac{V}{A}\right)_\mu} \quad (9)$$

É sòmente neste sentido restrito que se pode dizer que a expressão de Kozeny é válida para agrupamentos de capilares.

Poros cheios de ar não conduzem eficazmente a água. A porosidade «efectiva» é limitada aos poros que se encontrem cheios de água.

Num material poroso não há sòmente canais capilares. Existem macro-poros distribuídos ao acaso que estão ligados uns aos outros por canais capilares.

Portanto, no problema da permeabilidade deve fazer-se a estatística da distribuição das diversas permeabilidades.

Indicámos por f (r) a função de distribuição do espaço ocupado pelos poros do material. Designámos por f (r) ∂r a fracção do volume aparente total que está ocupado por poros de raios compreendidos entre r e $r + \partial r$.

Num corte transversal encontraremos uma fracção da superfície total, também dada por f (r) ∂r, atribuída a este grupo de poros.

Consideremos um paralelipípedo de secção unidade, do material poroso. Um corte transversal no sentido do comprimento, dar-nos-á duas faces similares mostrando cada uma, uma distribuição de poros de diferentes tamanhos. O paralelipípedo de matéria sólida e contínua, pode ser considerado como a justaposição, ao acaso, destas duas faces.

Se a_ρ fôr a área dos poros de raios ρ a $\rho + \partial r$ e a_σ a área dos poros de raios σ a $\sigma + \partial r$, então

$$a_\rho = f(\rho)\,\partial r \qquad a_\sigma = f(\sigma)\,\partial r$$

Portanto, perfazendo o volume contínuo após o corte do paralelipípedo, a área da secção de corte atribuída à sequência de poros $\rho \to \sigma$ é dada por:

$$a_\rho \to \sigma = f(\rho)\,\partial r\, f(\sigma)\,\partial r \qquad (10)$$

Nós admitimos assim duas hipóteses que introduzem êrros de sinal oposto.

Na primeira, toda a resistência efectiva ao escoamento na sequência é confinada aos poros menores, digamos σ, devido ao factor r^4 na equação de Poiseuille. Assim exageramos a contribuição desta sequência na estimação da permeabilidade total, mas ao mesmo tempo, liberta-nos da necessidade de considerar a probabilidade de mais de um dos poros finos (micro-poros) estar ligado a um poro maior (macro-poro).

Na segunda hipótese, a única contribuição para a permeabilidade é por meio duma sequência directa, isto é, ignoramos sequências secundárias de, talvez, muitos poros.

Daí resulta uma subestimação que compensa a estimação derivada da primeira hipótese.

A distribuição das sequências de poros dada por (10) é repetida onde quer que seja considerada a secção de corte, e é uma característica do material. O número de poros de tamanho σ colocados na área $a_\rho \to \sigma$ é proporcional a σ^{-2} e a velocidade de escoamento em cada um dos poros, aplicando a equação de Poiseuille, é proporcional a σ^{-4} por unidade de gradiente de potencial, onde a contribuição ∂K que este grupo de sequências dá a permeabilidade total K é expressa por:

$$\partial K = \sigma^2\, M f(\rho)\,\partial r\, f(\sigma)\,\partial r \qquad (11)$$

e a permeabilidade total devida a todas as sequências possíveis, por:

$$K = M \sum_{\rho=0}^{\rho=R} \sum_{\sigma=0}^{\sigma=R} \sigma^2 f(\rho)\,\partial r\, f(\sigma)\,\partial r \qquad (12)$$

onde M é uma constante empírica e R o raio do poro de maior diâmetro.

Em (12) o factor σ^2 deve ser substituído por ρ^2 em qualquer termo do sumatório, no qual $\rho < \sigma$.

É evidente que, no caso de vários grupos de poros, o cálculo por meio da expressão (12) se torna complicado e fastidioso. Numa outra investigação em curso, estamos a verificar experimentalmente a fórmula que acabamos de indicar.

Entretanto, vamos entrar na segunda parte deste trabalho que é uma crítica experimental aos métodos actualmente utilizados na prática e, sobretudo, na indústria para a determinação da porosidade de vários materiais sólidos e insolúveis em água.

No caso destas substâncias serem solúveis em água pode-se escolher outro líquido orgânico ou inorgânico no qual não sejam solúveis.

Parte experimental

Há duas maneiras de estudar os fenómenos de permeabilidade e de porosidade: 1.º) determinação de absorpção da peça e 2.º) a sua porosidade após a determinação do volume daquela. Absorpção e porosidade são expressas em percentagem.

No primeiro caso obtemos a absorpção específica:

$$A = \frac{\text{volume dos poros (ml)}}{\text{peso da peça (g)}}$$

Para a porosidade temos:

$$P = \frac{\text{volume dos poros (ml)}}{\text{volume aparente da peça (ml)}}$$

Ambas as relações nos dão uma determinação do estado poroso da matéria e, duma maneira indirecta, a sua permeabilidade.

Para maior rapidez nas medidas, adoptamos a determinação da absorção e todos os resultados abaixo reproduzidos se referem à absorção. A determinação da porosidade exige a do volume aparente da peça.

Podemos determiná-lo, suspendendo esta (prèviamente saturada de água) em água e notar a diferença de peso.

Operação fácil mas que leva tempo, sobretudo quando há muitas peças a ensaiar.

No nosso estudo experimental quisemos estudar a absorção das mesmas peças (uma centena) segundo três métodos diferentes, dois dos quais são utilizados correntemente na indústria. Nos quadros que se seguem, comparamos os resultados obtidos segundo a aplicação de cada um dos métodos e, no fim deste estudo, criticamos os ditos processos.

Vamos explicar, a traços largos, as três técnicas:

A) *Imersão em água fria*

Neste método, as peças depois de pesadas em seco (P seco) são completamente imersas em água fria durante 24 horas. São retiradas ao fim deste tempo, limpas ràpidamente e colocadas no prato da balança. Nota-se o peso da peça saturada (P_I). A diferença de peso (P_I — P seco) representa o peso da água absorvida.

Ora, como se admite, para maior facilidade que a densidade da água é igual à unidade, a diferença de peso representa o volume que a água, por penetração, ocupou. Como veremos, o volume assim obtido não corresponde ao volume total dos poros. Em certos casos (peças muito porosas) podemos confundir este valor com o do volume verdadeiro dos poros.

B) *Fervura durante 2 horas*

Neste método, as peças, prèviamente pesadas em seco, são completamente imersas numa panela e submetidas à fervura durante 2 horas consecutivas.

Retira-se a panela do lume e deixa-se arrefecer com as peças durante 22 horas. Ao fim deste tempo, as peças são retiradas, limpas e pesadas. Como precaução, para evitar qualquer depósito calcáreo sobre as peças, é aconselhável utilizar água distilada ou, simplesmente, fervida.

C) *Método do vácuo*

Comparando os resultados obtidos nos ensaios feitos segundo os métodos A e B, chegamos à conclusão de que o ar incluído nos poros é a principal causa de erro na determinação do volume dos mesmos. Em certos casos (porosidade muito fraca), a água fria, adoptando o processo A, apenas chega a ocupar 50 % do volume total daqueles.

O emprego de água quente tem como finalidade a expulsão parcial ou total do ar incluso, por dilatação deste. Todavia a sua expulsão por imersão em água a ferver não é sempre completa, devido talvez a aderências ou obstruções entre os macro-poros e à difícil penetração, portanto, da água nos micro-poros. Mesmo assim, os resultados são melhores que os obtidos com a simples imersão em água fria.

Lembrámo-nos então de extrair todo o ar por meio de vácuo, submetendo as peças (prèviamente secas e pesadas) a um vácuo de 8-10 mm de mercúrio. Deixámos as peças sob esta pressão durante cerca de 10 minutos e depois introduzimos água no recipiente. As peças depois de imersas durante 10 minutos, foram retiradas, limpas e pesadas.

Dividimos as nossas observações em vários grupos de absorção para melhor estudar as variações dos resultantes obtidos

pelos três métodos. Assim, reproduzimos 5 quadros contendo as absorções de 0-5 %, 5-10 %, 10-15 %, 15-20 %, 20-25 %, 50-70 %, 70-100 %, 100-150 %.

Nos quadros que abaixo reproduzimos, empregamos as seguintes notações:

P seco = Peso em g da amostra seca;
P_I = » » » » » após 24 horas de imersão em água fria;
P_{II} = » » » » » após 2 horas de fervura e 22 horas de imersão;
P_{III} = » » » » » após 10 minutos de vácuo e 10 minutos de imersão
A_I = Absorção referente ao método A
A_{II} = » » » » B
A_{III} = » » » » C

Discussão dos resultados experimentais

No quadro n.º 1, reunimos todos os valores experimentais obtidos pelos três métodos para a absorção entre 0-5 %.

Tirámos os valores médios para as absorções A_I, A_{II} e A_{III}. Em seguida, indicámos a relação $\frac{A_{II}}{A_I}$ e $\frac{A_{III}}{A_I}$, tomando A_I como unidade de comparação.

Assim, constatamos que em todos os casos $\frac{A_{II}}{A_I}$ e $\frac{A_{III}}{A_I} > 1$.

Fizemos da mesma maneira para os outros quadros que reproduzimos a seguir.

Sob o ponto de vista da estatística podemos ser criticados por termos englobado vários valores variando de 0 até 5 % num mesmo grupo e «a fortiori» de termos feito

QUADRO N.º 1

Medidas de Absorção entre 0 e 5 %

N.º	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	229	234	235	236,5	2,21	2,63	2,86
2	226	230	232	233,4	1,78	2,66	3,28
3	235	238	240	241,5	1,28	2,13	2,76
4	234	238	240	240,7	1,72	2,47	2,87
5	232	238	240	239,0	2,60	3,45	3,03
6	235	241	245	245,8	2,57	4,25	4,58
7	214	216	217	218,2	0,93	1,42	1,96
8	215	217	220	221,0	0,92	2,33	2,80
9	244	248	253	253,9	1,65	3,70	3,95
10	230	239	242	242,2	3,76	4,90	5,00
11	229	234	235	236,5	2,19	2,62	3,28
12	228	230	231	231,5	0,88	1,31	1,54
13	213	216	217	217,1	1,42	1,88	1,94
14	228	235	238	237,7	3,08	4,38	4,27
15	222	229	231	231,7	3,18	4,06	4,38
16	220	225	228	228,5	2,27	3,77	4,02
17	213	220	222	222,3	3,30	4,25	4,40
18	238	243	245	246,0	2,10	2,94	3,36
19	241	246	247	249,0	2,09	2,51	3,34
20	239	243	244	246,0	1,68	2,09	2,93
21	239	242	243	245,0	1,26	1,67	2,51
22	121	123	124	125,0	1,65	2,37	3,16
23	121	123	124	125,0	1,65	2,37	3,16
Valores médios					2,00	2,87	3,28
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,437	1,639

QUADRO N.º 2

Medidas de Absorpção entre 5 e 10 %

N.º	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	238,0	250,0	253,0	253,7	5,00	6,28	6,57
2	218,0	230,0	233,0	232,7	5,50	6,83	6,83 ?
3	238,0	250,0	253,0	253,8	5,00	6,28	6,62
4	229,0	241,0	244,0	244,5	5,23	6,50	6,73
5	220,0	232,0	235,0	235,5	5,42	6,80	7,00
6	231,0	243,0	246,0	246,7	5,19	6,48	6,78
7	240,0	248,0	252,0	252,1	3,32	5,00	5,02
8	249,0	258,0	262,0	262,4	3,61	5,20	5,38
9	250,0	259,0	263,0	263,6	3,60	5,18	5,41
10	240,0	250,0	255,0	255,0	4,15	6,20	6,20
11	230,0	240,0	243,0	244,2	4,33	5,62	6,13
12	237,0	247,0	250,0	250,9	4,20	5,45	5,83
13	227,0	240,0	244,0	243,2	5,70	7,40	7,10 ?
14	229,0	240,0	244,0	244,0	4,80	6,50	6,50
15	219,0	230,0	233,0	233,7	5,00	6,35	6,68
16	212,0	220,0	223,0	223,5	3,80	5,18	5,40
17	155,0	168,5	171,0	171,0	8,70	9,75	9,75
18	140,3	146,4	150,5	151,5	4,36	7,25	7,80
Valores médios					4,83	6,35	6,53
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,32	1,36

QUADRO N.º 3

Medidas de Absorção entre 10 e 15 %

N.º	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	168,8	187,8	189,7	189,8	11,30	12,40	12,42
2	165,2	183,0	185,0	185,2	10,80	12,00	12,10
3	166,6	184,1	186,3	186,5	10,50	11,80	12,00
4	178,8	196,0	198,5	198,5	9.60	10,90	10,91
5	1411,0	1542,0	1565,0	1566,0	9,25	10,90	10,91
Valores médios					10,29	11,62	11,68
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,13	1,14

Medidas de Absorção entre 15 e 20 %

1	158,5	182,1	183,3	183,5	14,90	15,70	15,80
2	160,5	183,8	185,3	185,5	14.60	15,40	15,50
3	157,8	182,1	183,5	183,5	15,40	16,20	16,20
4	165,8	189,4	191,0	191,0	14,20	15,20	15,20
Valores médios					14,77	15,62	15,67
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,06	1,07

Medidas de Absorção entre 20 e 25 %

N.º	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	96,0	118,0	119,0	119,0	23,0	24,0	24,0
2	77,3	93,0	94,0	94,0	20,3	21,6	21,6
3	101,8	122,8	124,0	124,2	20,6	21,8	22,0
4	79,3	96,7	97,5	97,7	21,8	22,8	23,2
Valores médios					21,4	22,5	22,7
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,06	1,07

QUADRO N.º 4

Medidas de Absorpção entre 50 e 70 %

N.º	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	350	478	587	590	36,4	59,7	60,0
2	170	230	285	285	35,0	68,0	68,0
3	362	503	610	620	38,8	68,2	71,0
4	387	525	645	645	40,3	66,5	66,5
5	555	835	897	903	50,5	61,8	62,8
6	687	1020	1080	1085	48,3	57,0	58,0
7	506	675	825	830	33,4	63,5	64,0
8	251	338	415	416	34,6	65,2	65,7
9	333	403	546	547	33,0	63,8	64,2
10	335	618	630	632	60,5	62,9	63,5
11	350	571	587	590	57,5	61,8	62,5
12	362	592	610	620	59,0	64,0	66,5
13	387	623	645	645	55,0	60,3	60,3
14	506	800	828	830	56,5	62,0	62,5
15	251	392	415	416	49,5	57,8	58,2
16	333	523	546	547	53,0	59,5	59,6
17	350	571	587	590	63,0	67,0	68,5
18	170	278	285	285	63,0	67,5	67,5
19	387	623	645	645	60,7	66,3	66,3
20	506	800	828	830	58,0	63,8	64,0
21	251	392	415	416	56,0	65,3	65,5
22	333	523	546	547	57,0	63,9	64,0
Valores médios					50,0	63,3	63,6
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,26	1,27

a média destes valores, comparando entre si as mesmas. Para os efeitos que procuramos, esta crítica não afecta o resultado prático alcançado. Por isso podemos comparar como fizemos, os valores médios dos três métodos para o mesmo grupo e em todos os quadros constatamos um facto fundamental para cada amostra:

$$A^I < A_{II} \leqslant A_{III}$$

É precisamente este facto que vai servir de base para criticar os métodos.

QUADRO N.° 5

Medidas de Absorção entre 70 e 100 %

N.°	Peso seco g	P_I g	P_{II} g	P_{III} g	A_I %	A_{II} %	A_{III} %
1	335	514	630	632	53,5	88,0	89,0
2	276	427	525	526	54,7	90,0	90,7
3	312	490	607	607	57.2	94,5	94,5
4	177	408	412	414	74,8	76,0	77,5
5	189	415	429	430	76,9	81,8	82,0
6	173	402	415	418	66,5	70,5	71,5
7	276	511	525	526	73,6	77,9	78,5
8	170	278	285	285	70,0	74,8	74,8
9	250	482	500	505	67,0	71,8	73,0
10	312	590	607	607	66,3	70,5	70,5
11	335	618	630	632	84,0	87,5	88,5
12	276	511	525	526	85,0	89,0	90,0
13	362	592	610	620	63,5	68,0	71,0
14	312	590	607	607	88,5	94,5	94,5
Valores médios					70,1	81,0	86,8
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,13	1,24

Medidas de Absorção entre 100 e 150 %

1	177	336	412	414	90,0	132,0	134,0
2	189	350	429	430	85,0	127,0	128,0
3	173	340	415	418	96,0	140,0	141,5
4	250	410	500	505	64,0	100,0	101,0
5	177	408	412	414	130,0	132,0	134,0
6	189	415	429	430	120,0	127,0	128,0
7	173	402	415	418	132,0	139,0	142,0
9	250	482	500	505	92,5	94,5	102,0
Valores médios					120,8	123,9	126,5
Relações A_{II} / A_I e A_{III} / A_I					—	1,023	1,025

Verificamos que as relações A_{II}/A_I e A_{III}/A_I não são constantes, considerando todas as porosidades de 0 até 150 %. O quadro n.° 6 resume estas relações para o conjunto de ensaios.

Percorrendo os grupos de absorção de 0-25 %, notamos uma diminuição de ambas as relações A_{II}/A_I e A_{III}/A_I, obtendo um estado estacionário entre 15 e 25 %. Notamos um aumento para as absorções de 50-70 % e a partir deste valor uma descida. Pondo de parte os êrros experimentais

QUADRO N.° 6

Limites de absorção	A_{II}/A_I	A_{III}/A_I
0-5 %	1,437	1,639
5-10 %	1,320	1,360
10-15 %	1,130	1,140
15-20 %	1,060	1,070
20-25 %	1,060	1,070
50-70 %	1,266	1,272
70-100 %	1,130	1,240
100-150 %	1,023	1,025

e o facto de agrupar vários ensaios cujas absorções variam entre grandes limites, podemos concluir que à medida que a absorção (ou a porosidade) aumenta às relações A_{II}/A_I e A_{III}/A_I diminuem e tendem para a unidade. Transportando estes resultados numéricos para o campo prático podemos dizer que, para grandes porosidades, qualquer dos três métodos dá resultados igualmente admissíveis. É só para os corpos pouco porosos que devemos recorrer ao método (B) de fervura ou ao do vácuo (C).

Constatamos através de todos os grupos, de 0-150 °/₀ de absorção, que o valor obtido pelo método de vácuo é sempre maior, e, portanto, mais perto da realidade. Quando será necessário utilizar de preferência o método de vácuo em vez do método de fervura? Basta consultar o quadro n.º 6 para escolher o método em face dos desvios obtidos, tomando em conta a precisão exigida.

Em conclusão, o método A (imersão de 24 horas) é demorado e além deste inconveniente, fornece resultados que não são sempre de confiança. O método de fervura (B), dá resultados melhores e sensìvelmente perto da realidade. Tem portanto os seguintes inconvenientes: a duração da experiência, 24 horas, e os efeitos de fervura, que em certos casos, fazem estalar as peças e provocam mesmo a desagregação destas (como sucede, por exemplo, com tijolos). Segundo o nosso ponto de vista, o método ideal é o do vácuo, que além da sua rapidez, permite obter resultados de confiança. Por isso durante mais dum ano, pusemos de parte os dois primeiros métodos, empregando ùnicamente o do vácuo para algumas centenas de amostras. Verificámos que após os ensaios efectuados no vácuo, deixando as peças imersas durante 30-45 dias, o valor da absorção se mantinha o mesmo.

Ao terminar este trabalho devemos agradecer ao Sr. Armando Jorge a sua colaboração na parte experimental deste estudo. Os nossos agradecimentos vão também para o Sr. J. Pissarra de Almeida que em várias circunstâncias nos ajudou.

Ficamos muito gratos à Gerência da Fábrica por ter autorizado a publicação deste trabalho.

Laboratório de Ensaios Físicos, Fábrica de Loiça de Sacavém.

AOS NOSSOS ASSINANTES

Em virtude do grande aumento do preço de papel fomos obrigados a subir ligeiramente o preço de venda e de assinatura da nossa revista, o que esperamos seja bem compreendido da parte de todos os assinantes.

Os novos preços são:

	Continente e Ilhas	Colónias e Estrangeiro
Assinatura de 12 números	**95$00**	**100$00**
»	**50$00**	**55$00**
»	**27$50**	

Número avulso: 11$00

CURSO SOBRE O EMPREGO DA CORTIÇA NOS ISOLAMENTOS TÉRMICOS E FÓNICOS

PELO ENG.º ALFREDO B. DE ANDRADE

(Conclusão)

C. D. 662.998:674.83

11 — *Redução do ruído nas salas*

Devido às reflexões repetidas, o som produzido numa sala prolonga-se dando origem a um nível sonoro geralmente mais elevado do que aquele que se obteria em espaço aberto.

O valor da intensidade sonora, numa sala, em regime estável, é

$$I = \frac{E}{\alpha S}$$

em que E — valor da emissão da fonte sonora,

α S — absorção total da sala.

Seja $\alpha_1 S_1$ e $\alpha_2 S_2$ as absorções totais de uma sala, antes e após tratamento acústico. Admitindo que a emissão da fonte sonora se mantém constante, as intensidades sonoras na sala, em regime estável, antes e após tratamento acústico, serão

$$I_1 = \frac{E}{\alpha_1 S_1} \qquad I_2 = \frac{E}{\alpha_2 S_2}$$

respectivamente.

Logo

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\alpha_2 S_2}{\alpha_1 S_1}$$

Logaritmicando e multiplicando ambos os membros por 10, vem:

$$10 \log \frac{I_1}{I_2} = 10 \log \frac{\alpha_2 S_2}{\alpha_1 S_1}$$

ou o que é o mesmo

$$10 (\log I - \log I_2) = 10 \log \frac{\alpha_2 S_2}{\alpha_1 S_1} \quad \ldots\ldots (132)$$

O primeiro membro de (132) representa a redução do ruído em db.

Assim

Redução do ruído (em db.) =

$$= 10 \log \frac{\alpha_2 S_2}{\alpha_1 S_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (133)$$

Exemplo: — Se um escritório com um volume de 500 m³ apresenta a absorção de 20 unidades antes do tratamento acústico e de 120 unidades após de ter sido realizado, a redução do ruído em decíbeis é de

$$10 \log \frac{120}{20} = 7{,}78 \text{ db}$$

Relação entre a sensibilidade auditiva e o nível de intensidade sonora

Investigadores do Laboratório Bell determinaram uma relação que se encontra representada na fig. 30.

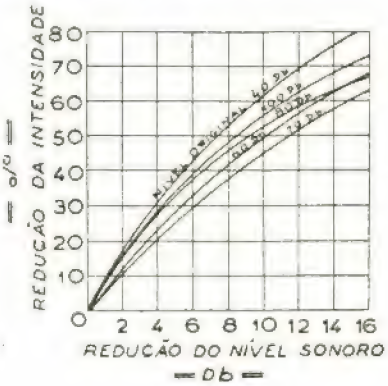


Fig. 30

Exemplo: — Se um escritório após tratamento acústico obteve uma redução de nível

de intensidade de 6 *db* e o nível original era de 60 *db*, o gráfico indica uma redução de ruído de 34 %.

12 — *Transmissão da energia sonora*

É bem conhecido o desejo de ter quartos sossegados em hospitais, hoteis, etc., de isolar salas de música onde sons indesejáveis são produzidos.

Para o estudo em vista, considera-se que o som se pode originar:

1.º — Por uma perturbação no ar, provocada, por exemplo, por uma telefonia em funcionamento;

2.º — Por choque directo em alguma parte do edifício, provocado, por exemplo, pelos passos das pessoas ou por uma máquina em funcionamento, assente na estrutura do edifício.

Modos de vibração das estruturas

Uma estrutura pode pôr-se em vibração por choque ou quando uma onda sonora a atinge, sendo as vibrações transmitidas ao outro lado dela por vibração da estrutura como um todo ou por intermédio de uma onda sonora que atravesse o material que a constitui (fig. 31).

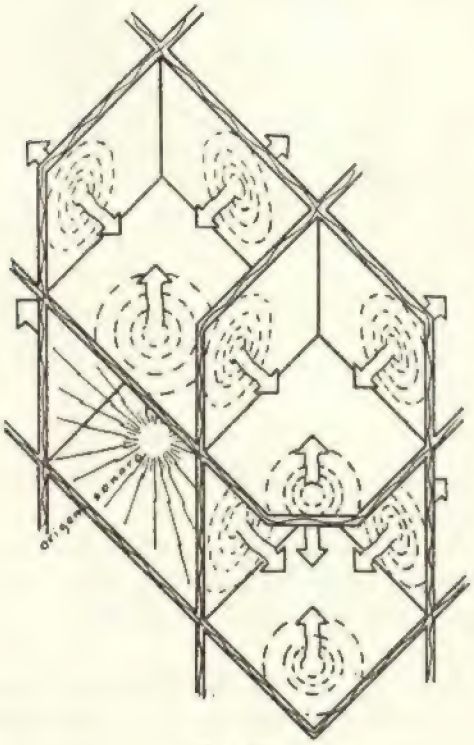


Fig. 31

13 — *Transmissão do som pelo ar*

Perda de transmissão

Tome-se uma parede onde incide uma onda sonora de intensidade I_1. Seja I_2 a intensidade da onda sonora transmitida à sala contígua. Denomina-se coeficiente de transmissão a relação

$$\tau = \frac{I_2}{I_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (134)$$

Na prática considera-se o inverso deste coeficiente, $\frac{1}{\tau}$, que nos mostra como um som é reduzido pela estrutura (fig. 32). Por comodidade exprime-se em *db* e designa-se por perda de transmissão. Esta é, assim, o abaixamento de nível sonoro provocado pela estrutura.

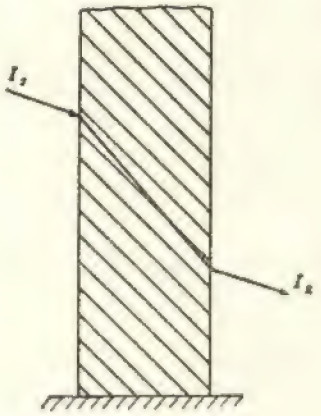


Fig. 32

Logo

Perda de transmissão (db) =

$$= 10 \log \frac{I}{I} = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (135)$$

Como as estruturas mais leves são mais fàcilmente postas em vibração do que as pesadas, é de admitir uma relação de peso.

Aproximadamente pode escrever-se para qualquer estrutura em que incide uma onda sonora transmitida pelo ar:

Perda de transmissão (db) = K log p
em que
K = uma constante
p = peso da estrutura por unidade de área

A energia sonora originada numa sala, pela perturbação no ar, pode transmitir-se à sala contígua:

a) através das passagens de ar (aberturas de portas, janelas, etc.);

b) pelas vibrações quer da parede divisória quer das paredes laterais e pavimento comum às duas salas.

Deve sempre ter-se em consideração ao estudar-se qualquer problema de transmissão de energia sonora que é o caminho que oferece menor resistência que determinará o grau de isolamento sonoro. Assim, é inútil ter como divisória entre duas salas uma parede com características fortemente isolantes se as duas paredes laterais comuns constituem um meio fácil para a transmissão da energia sonora.

As estruturas vibram mais ou menos segundo a frequência que as actua. Quando a frequência da onda sonora no ar é igual à frequência natural da estrutura, a amplitude da vibração é máxima e diz-se existir um *estado de ressonância.*

14 — *Transmissão do som originado por choque*

A principal diferença que distingue este processo do anterior é a quantidade muito maior de energia em acção.

Por isso, pode-se dizer que é muito difícil, para não dizer impossível, obter o isolamento desejado para uma estrutura, aumentando o seu peso e rigidez.

Neste processo, o isolamento requerido obtém-se por intermédio de uma descontinuidade estrutural. Devem as superfícies dos pavimentos flutuar sobre materiais isolantes e resilientes — aglomerados de cortiça —, as máquinas devem ser montadas sobre suportes resilientes fornecidos pelo aglomerado negro anti-vibrático. Assim se reduzem as vibrações transmitidas às estruturas dos prédios.

É interessante apontar que o incómodo ruído dos passos, transmitido de andar para andar, nas construções modernas realizadas à base de betão, é perfeitamente eliminado pelo revestimento dos soalhos com os mosaicos de cortiça que fornecem também um excelente aspecto decorativo.

Construção descontínua

Já se disse anteriormente que a solução mais conveniente para combater a transmissão das vibrações consiste na realização de descontinuidades estruturais. Trabalhos efectuados em alguns laboratórios, nomeadamente no National Physical Laboratory, indicam que cada habitação deve ser considerada e construída como uma caixa individual no que diz respeito às ligações à estrutura.

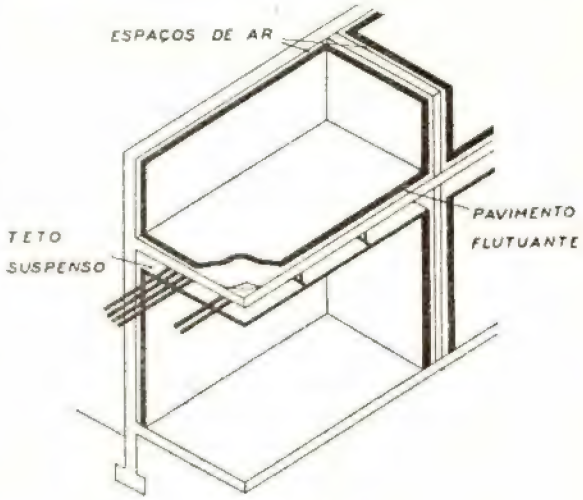


Fig. 33

Resumidamente, indicam-se os princípios da construção descontínua:

— os elementos de cada caixa — soalho, paredes, teto — devem ficar contínuos de forma a impedir passagens directas para a energia sonora;

— o pavimento será constituído por um soalho flutuante assente sobre aglomerado de cortiça;

— as paredes, assentes sobre os pavimentos, devem ser perfeitamente normais a estes;

— o teto deve ser suspenso da estrutura por meio de suspensões elásticas.

Na fig. 33 mostra-se esquemàticamente como obter uma construção descontínua.

14-a) — *Isolamento anti-vibrático de máquinas*

Durante o seu funcionamento uma máquina produz, geralmente, um certo ruído e transmite as suas vibrações à base em que assenta.

Como já se disse, a transmissão das vibrações de uma máquina pode reduzir-se pela sua montagem numa base resiliente correctamente construída, utilizando tapetes de cortiça natural, aglomerados negros de cortiça densos, etc. Porém, é erro pensar que o simples facto de se introduzir sob uma máquina uma placa de um material resiliente se elimina a transmissão das vibrações à estrutura podendo, em certas circunstâncias, suceder que as condições piorem.

b) — *Vibrações livres e forçadas*

As vibrações podem ser de dois tipos:

1.º — *Vibrações livres:* originadas pela acção de uma força excitadora mas, contràriamente às vibrações forçadas, repetem-se com uma amplitude gradualmente decrescente quando a força excitadora é afastada.

2.º — *Vibrações forçadas:* mantidas por uma força actuante de qualquer frequência.

A frequência de uma vibração livre denomina-se *frequência natural* do sistema vibrante.

Um pêndulo deslocado da sua posição de equilíbrio executa uma série de vibrações livres que se vão amortecendo gradualmente até que se extinguem.

c) — *Frequência natural de uma vibração linear*

Considere-se uma massa m, vibrando no terminal de uma mola que se supõe sem peso e com uma constante elástica K (fig. 34).

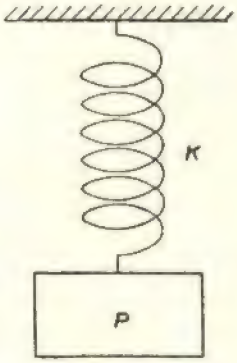


Fig. 34

Se a massa m sofre um deslocamento y a partir da sua posição de equilíbrio, a força de reacção é igual a $-Ky$.

A expressão da segunda lei de Newton é

$$F = m.\ a$$

em que

F = força

a = aceleração

logo

$$F = ma = m\,\frac{d^2 y}{dt^2} = -Ky$$

$$m\,\frac{d^2 y}{dt^2} + Ky = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (136)$$

A solução desta equação diferencial de segundo grau é:

$$y = y_0 \cos \omega_n t$$

em que

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (137)$$

y_0 = amplitude de y

Assim a frequência livre ou natural, em ciclos por segundo, será:

$$f_n = \frac{\omega_n}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Kg}{P}} =$$

$$= \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{Pc}} \quad \text{..... (138)}$$

em que

P = peso da massa m;
$c = \frac{1}{K}$ = compliancia da mola;
g = aceleração devida à gravidade.

Vê-se que a frequência natural depende da massa e da força de reacção, tendo um único valor para cada sistema simples. Pode dizer-se que a frequência natural é só função das propriedades físicas do próprio sistema. Uma vibração forçada pode ter qualquer frequência, dependendo dos agentes externos.

À expressão (138) pode dar-se uma forma mais prática:

$$f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{P/yg}{P}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{y}} \quad \text{..... (139)}$$

e para $g = 980$ cm/s², vem

$$y = \frac{25}{f_n^{\,2}} \quad \text{..... (140)}$$

em que y se exprime em *cm* e f_n cm *c/s*.

d) — *Resistência mecânica*

Num sistema mecânico a dessipação é devida ao atrito. A resistência mecânica é definida por

$$r = \frac{F}{v} \quad \text{..... (141)}$$

em que

F = força aplicada ao sistema;
v = velocidade do ponto de aplicação da força aplicada;
r = resistência mecânica oferecida pelo sistema.

Se F vier expresso em *dines* e v em cm/s, r virá em ohms mecânicos.

e) — *Inércia*

A massa é o elemento mecânico que se opõe à variação da velocidade. Pode difinir-se a partir de

$$F = m\,\frac{dv}{dt} \quad \text{..... (142)}$$

em que

F = força actuante;
$\frac{dv}{dt}$ = aceleração;
m = massa do sistema.

Se F vier expresso em *dines* e $\frac{dv}{dt}$ em cm/s², m virá em *gr*.

f) — *Compliância*

É o elemento mecânico que se opõe a uma variação da força aplicada. Pode definir-se a partir de

$$F = \frac{y}{c} \quad \text{..... (143)}$$

em que

F = força aplicada;
y = o deslocamento;
c = compliância.

Se F vier expresso em *dines* e y em *cm*, c virá em *cm/dine*.

A expressão (143) indica que a deformação, devida à acção de uma força F, de um suporte com certa compliância, é proporcional à compliância e à força.

As equações que definem estas três grandezas no sistema mecânico são semelhantes, respectivamente, às que definem as seguin-

tes grandezas eléctricas: resistência, inductância e capacidade.

Conclui-se que o atrito, a massa e a compliância determinam o movimento dos corpos físicos da mesma forma que a resistência, inductância e a capacidade estabelecem as condições de um circuito eléctrico.

Pode organizar-se o seguinte quadro de correspondência:

SISTEMAS

Eléctrico	Mecânico
Inductância	Massa
Resistência	Resistência
Capacidade	Compliância

g) — *Sistema mecânico com um grau de liberdade*

Considere-se uma máquina submetida a uma força periódica sustentada por uma base elástica com a compliância *c* e a resis-

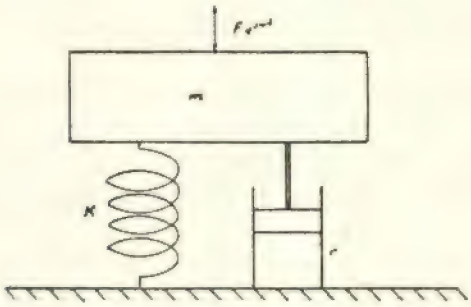


Fig. 35

tência mecânica *r*. Admitir-se-á que o sistema tem só um grau de liberdade (fig. 35).

A equação do movimento deste sistema é:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + r \frac{dy}{dt} + \frac{1}{c} y = F e^{j\omega t} \quad \ldots \quad (144)$$

em que

m = massa do sistema mecânico;

$Fe^{j\omega t}$ = força periódica aplicada;

ω = frequência angular da força aplicada;

$j = \sqrt{-1}$;

e = base dos logaritmos neperianos.

Desprezando o termo transitório pode tomar-se para solução da equação (144) a expressão

$$y = A_0 e^{j\omega t} \quad \ldots \quad (145)$$

em que A_0 é uma constante.

Assim tem-se:

$$\frac{dy}{dt} = j\omega y$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega^2 y$$

Logo

$$\left(-m\omega^2 + j\omega r + \frac{1}{c}\right) y = F e^{j\omega t}$$

e

$$y = \frac{F e^{j\omega t}}{-m\omega^2 + j\omega r + \frac{1}{c}} \quad \ldots \quad (146)$$

A amplitude da vibração será

$$y_{max} = A = \frac{F}{\sqrt{\left(\frac{1}{c} - m\omega^2\right)^2 + \omega^2 r^2}} \quad (147)$$

Sendo a frequência angular do sistema

$$\omega_n = \sqrt{\frac{1}{mc}}$$

pode dar-se à expressão (147) a forma:

$$y_{max} = A = \frac{F}{\sqrt{m^2(\omega_n^2 - \omega^2) + \omega^2 r^2}}$$

h) — *Influência da resistência*

Para $\omega_n = \omega$ ocorre o fenómeno da *ressonância*, tornando-se a amplitude da vibração forçada máxima e igual a

$$y_{\substack{max \\ (ress)}} = \frac{F}{\omega r} \quad \ldots \quad (148)$$

Vê-se que ao dar-se o fenómeno da ressonância, a resistência mecânica tem papel preponderante na limitação de amplitude da vibração originada.

Se um sistema mecânico não apresenta qualquer atrito e entra em ressonância, qualquer força aplicada, ainda que muito pequena, dá origem a vibrações de amplitude infinita. Felizmente os movimentos dos corpos materiais provocam sempre um certo atrito.

Pode-se pois afirmar que na ressonância ou na sua proximidade o amortecimento pelo atrito é muito útil.

A expressão (147) indica *que se o que se pretende é reduzir as vibrações da máquina sobre o seu suporte, tem-se toda a vantagem em introduzir grande resistência mecânica na sua montagem.*

i) — *Influência da massa*

Considere-se novamente a expressão (147) e examine-se a influência da massa sobre a amplitude da vibração.

Depende evidentemente do valor absoluto de

$$\left(\frac{1}{c} - m\,\omega^2\right)^2$$

1.º — Se

$$\frac{1}{c} > m\,\omega^2$$

ou

$$\frac{1}{c\,m} = \omega_n^2 > \omega^2$$

isto é, se

$$\omega_n > \omega$$

aumentando m decresce

$$\left(\frac{1}{c} - m\,\omega^2\right)^2$$

decrescendo o denominador da fracção e aumentando portanto A.

Assim, se a frequência natural do sistema mecânico é superior à frequência da força actuante, aumentando a massa, baixa-se a frequência natural, o que tem como consequência a aproximação do estado de ressonância e portanto o aumento de amplitude das vibrações.

2.º — Se

$$\frac{1}{c} < m\,\omega^2$$

ou

$$\frac{1}{c\,m} = \omega^2 < \omega^2$$

isto é quando

$$\omega_n < \omega$$

aumentando m, sobe o valor absoluto de

$$\left(\frac{1}{c} - m\,\omega^2\right)$$

e portanto cresce

$$\left(\frac{1}{c} - m\,\omega^2\right)^2$$

O denominador da fracção subirá de valor, dando origem a valores mais baixos de A.

Conclui-se que, adicionando massa a um sistema mecânico, só se reduz a amplitude das vibrações no caso da frequência da força aplicada estar acima da frequência natural do sistema.

j) — *Transmissão das vibrações*

Designando por $\overline{F_1}$ a força exercida por uma máquina no seu suporte e por $\overline{F_2}$ a transmitida por este ao soalho, denomina-se *transmissibilidade* do suporte a relação

$$\overline{T} = \frac{\overline{F_2}}{\overline{F_1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (149)$$

No caso que se tem considerado, a massa m da máquina é actuada pela força $\overline{F_1} = F\,e^{j\omega t}$, sofrendo o deslocamento de

$$y = \frac{F\,e^{j\omega t}}{\frac{1}{c} - m\,\omega^2 + j\,\omega\,t}$$

e o suporte elástico, que tem a resistência r e a compliancia c, exerce a força

$$\overline{F_2} = r\,\frac{dy}{dt} + \frac{1}{c}\,y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (150)$$

no soalho.

Logo

$$\bar{I} = \frac{\bar{F}_2}{\bar{F}_1} = \frac{r\frac{dy}{dt} + \frac{1}{c}y}{F e^{j\omega t}} = \frac{y\left(j\omega t + \frac{1}{c}\right)}{y\left(\frac{1}{c} - m\omega^2 + j\omega r\right)}$$

$$= \frac{\frac{1}{c} + j\omega r}{\frac{1}{c} - m\omega^2 + j\omega r}$$

cujo módulo é

$$\left|\bar{T}\right| = \frac{\sqrt{\frac{1}{c^2} + \omega^2 r^2}}{\sqrt{\left(\frac{1}{c} - m\omega^2\right)^2 + \omega^2 r^2}}$$

Como

$$\omega_n^2 = \frac{1}{mc}$$

$$\left|\bar{T}\right| = \frac{\sqrt{m^2\omega_n^4 + \omega^2 r^2}}{\sqrt{m^2(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 r^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\omega_n^4 + \frac{\omega^2 r^2}{m^2}}}{\sqrt{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + \frac{\omega^2 r^2}{m^2}}} \quad \ldots\ldots\ldots (152)$$

Designando o número de ciclos por segundo por *f*, tem-se

$$\begin{cases} \omega_n = 2\pi f_n \\ \omega = 2\pi f \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (153)$$

Substituindo (153) em (152), vem

$$\left|\bar{T}_n\right| = \sqrt{\frac{f_n^4 + \frac{r^2 f^2}{4\pi^2 m^2}}{(f_n^2 - f^2)^2 + \frac{r^2 f^2}{4\pi^2 m^2}}} \quad \ldots (154)$$

(*) O factor *r* não é tão importante como o factor *c*, podendo-se em muitos cálculos aproximados considerar-se $r = 0$.

(*) Nas frequências distantes da frequência da ressonância o efeito da resistência é pequeno comparado com o da compliância.

Ter-se-ia

$$\left|\bar{T}\right| = \left|\frac{f_n^2}{f_n^2 - f^2}\right| = \left|\frac{1}{1 - \frac{f^2}{f_n^2}}\right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (155)$$

1) — Para

$$0 < \frac{f}{f_n}\sqrt{2} \rightarrow \left|\bar{T}\right| > 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (156)$$

2) — Para

$$\frac{f}{f_n} > \sqrt{2} \rightarrow \left|\bar{T}\right| < 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (157)$$

A fig. 36 representa gràficamente a expressão (154), indicando a transmissibili-

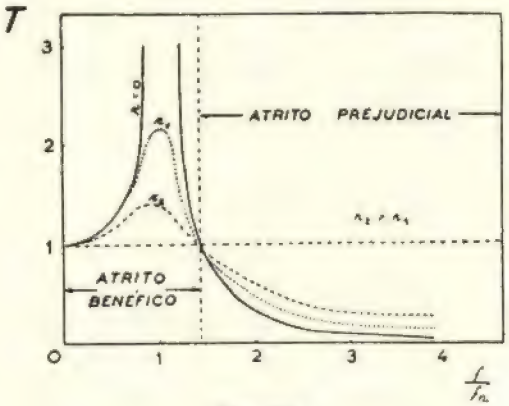


Fig. 36

dade de uma montagem para três valores de *r* e para diversos valores de $\frac{f}{f_n}$, concluindo que:

a) indepedente do valor de r é $\left|\bar{T}\right| = 1$ $\frac{f}{f_n} = \sqrt{2}$ e para $f = 0$.

b) A resistência mecânica é útil na ou próxima da ressonância. Porém, longe dela, aumenta a transmissibilidade.

c) Sòmente para $\frac{f}{f_n} > 4$, a força vibratória transmitida é eficazmente reduzida.

Como a frequência aplicada não se pode modificar, é sobre a frequência natural que se terá de actuar, tornando-a suficientemente baixa.

Viu-se que

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{1}{cm}}$$

e, assim, convém de uma forma geral que c e m sejam elevados.

A fim de efectuar uma montagem correcta anti-vibrática tem que se conhecer:

1) — as frequências para as quais se deve isolar a máquina;

2) — a função que exprime a relação pressão-deformação do aglomerado negro a usar como suporte.

Para que um suporte se possa considerar útil deve impor

$$\left| \bar{T} \right| < \frac{1}{10}$$

BIBLIOGRAFIA

Heat Conduction — 1948 — por L. R. Ingersoll e O. J. Zobel.

Heat Transmission — 1942 — por William H. Mc Adams.

Applied Heat Transmission — 1941 — por H. J. Stoover.

Building Insulation — 1941 — por P. D. Close.

Refrigerating Data Book — 1939 — pela The American Society of Refrigerating Engineers.

Thermal Conductivity of Building Material — 1937 — por Frank B. Rowley.

Acoustics and Architecture — 1932 — por P. E. Sabine.

Acoustics of Buildings — 1941 — F. R. Watson.

Sound Transmission in Buildings — 1939 — por William Allen e R. Fitzmaurice.

Architectural Acoustics — 1932 — por Vern O. Knudsen.

Vibration Prevention in Engineering — 1932 — por Arthur L. Kimball.

DEFESA ANTI-SÍSMICA

No artigo do Eng.º Abel Cardoso, publicado na *Técnica* n.º 214 (Julho de 1951), foi omitido em 620/2/9 e 621/1/11 o sistema

$$\left[\frac{d^2 y}{d z^2} \right]_{z=H} = 0 \qquad \left[\frac{d^3 y}{d z^3} \right]_{z=H} = 0$$

que traduz a nulidade no topo da estrutura do momento e corte sísmicos.

Espera-se a relevação deste lapso e sugerem-se mais as seguintes correcções:

619/2/9 — Igualar n^2 Y à expressão publicada.
619/2/17 — Substituir x por z.
620/2/15 — Substituir *2* por *8*.
621/1/2 — Substituir a por d.
621/1/9 — Apôr o expoente $\frac{1}{2}$ à razão dos periodos.

Na notação de referência os 3 números indicam sucessivamente a página, a coluna e a linha para que se pede a atenção benevolente do leitor.

DO MUNDO TÉCNICO

A nova linha sueca de 380 kV

C. D. 621.315.051.2 025

Entre as grandes linhas de transporte de energia em curso de construção em vários países, merece menção especial a linha sueca de 380 kV que, com a sua extensão de cerca de 1 000 km, será, certamente, uma das maiores linhas eléctricas do mundo.

A nova linha deverá ligar a central hidráulica de Harspränget, situada ao norte do Círculo Polar, à rede de 220 kV, já existente: no nó de Hallsberg, no sul da Suécia; e em Midskog, mais ou menos a metade do percurso da linha. A potência a transportar é da ordem dos 300 a 400 MW.

Escolha do nível de isolamento

Na Suécia, a linha de 220 kV funciona com o neutro à terra através de bobinas de Petersen, sistema que apresenta alguns inconvenientes nestas linhas, de uma extensão aproximada de 3000 km, nomeadamente à dificuldade de extinsão de arcos entre fases e terra, o que acarreta maiores exigências de isolamento.

Para evitar esses inconvenientes e poder por isso realizar uma economia no isolamento da nova linha de 380 kV, preferiu-se fazer a ligação directa do neutro à terra. O nível de isolamento pôde, por este facto, ser reduzido de 1 775 kV para 1 550 kV.

Para os transformadores não se teve em conta esta redução, porque a economia que daí resultava não justificava a redução de segurança.

O isolamento dos transformadores e da equipagem de alta tensão da estação obedecem a estas características:

Tensão de prova ao choque, onda 1/50 . .	1 775 kV
Tensão de prova a seco (50 Hz)	976 kV
Tensão de prova debaixo de chuva (50 Hz)	781 kV

Características construtivas e eléctricas da linha

Para cada fase previu-se um feixe de dois condutores de alumínio-aço, cada um com uma secção de 592 mm² e diâmetro de 31,7 mm, sendo separados a intervalos de 125 m por separadores convenientes.

À temperatura de 0° C e sem sobrecargas, os condutores ficam sujeitos a um esforço de 6 kg/mm², os vãos normais são de 330 m e a flecha formada pelos condutores a 50° é de cerca de 10 m. Os postes, de perfis de aço de alta resistência (52 kg/mm²) são do tipo e dimensões indicados na figura 1. O peso dos postes normais é de 7,1 toneladas.

A cadeia de suspensão-tipo compõe-se de 20 isoladores, com um comprimento total de 4,2 m, e pode resistir a uma carga de 4 000 kg.

Adoptou-se o sistema de condutores em feixe, que permite reduzir a reactância longitudinal e as perdas. A distância entre os condutores do feixe é determinada

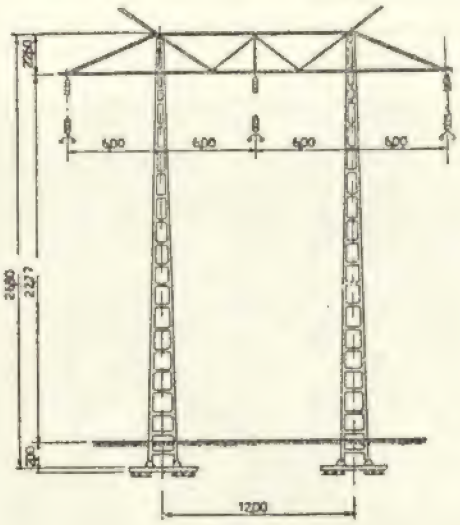


Fig. 1

tendo em conta que ao aumentar a mesma se reduz a reactância, enquanto que a tensão crítica por efeito de coroa aumenta até um certo limite, diminuindo a seguir.

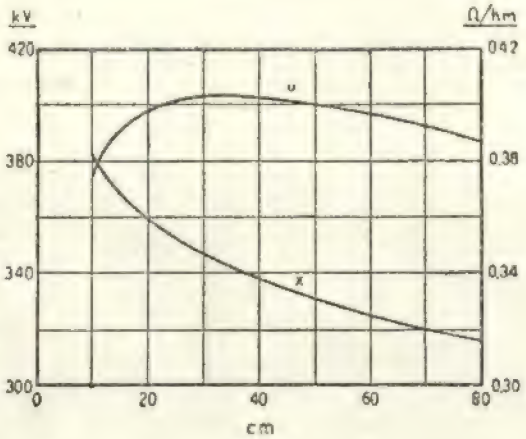


Fig. 2

A curva X da figura 2 dá os valores da reactância por fase e por km, a 50 Hz, e a curva U dá os valores máximos da tensão de serviço admissível, em função da distância entre os condutores que formam o feixe.

O valor «óptimo» dessa distância é 45 cm.

As características da linha são as seguintes:

Resistência ohmica	$r = 0{,}0275\ \Omega$ por fase e km
Reactância	$x = 0{,}33\ \Omega$ » » »
Capacidade	$c = 0{,}0110 \times 10^{-6}$ F por fase e km

Com a capacidade indicada tem-se, à tensão de 380 kV, a potência capacitiva de 500 kVAr por km de linha.

A central de Harspränget

Compreenderá 3 grupos, cada um de 105 000 kVA, de 16 kV, cos $\varphi = 0{,}9$, accionado cada um por uma turbina de 97 000 kW.

As impedâncias de curto-circuito transitória e subtransitória são de 22 % e 15 %, respectivamente.

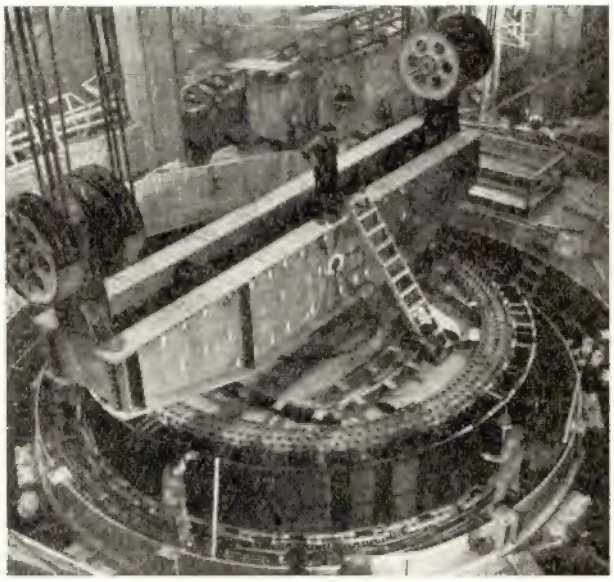


Foto 1

Colocação do rotor do primeiro dos 3 alternadores de 105 000 kVA da central de Harspränget, Suécia. Este alternador, actualmente em serviço, é o maior construído e instalado na Europa, e é comparável ao maior do mundo

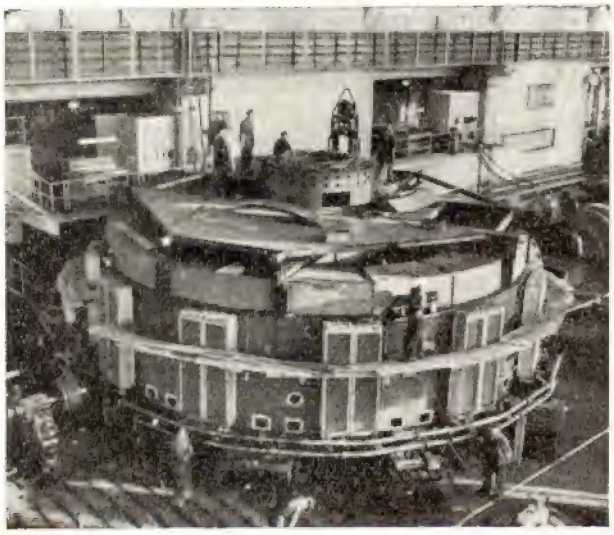


Foto 2

Montagem do estator com os seus acessórios

O rotor de cada uma destas máquinas pesa 465 toneladas, às quais se devem juntar mais 20 toneladas do dispositivo de elevação. Deve notar-se que este gigante foi montado com inúmeros sectores que formam o rasto do rotor ao qual se fixam os polos.

A velocidade periférica destes polos é de 73 m/s.

As 3 máquinas estão ligadas à rede independentemente por meio de transformadores monofásicos, cada um de 115 MVA e relação de transformação $16/\frac{37^{0}}{\sqrt{3}}$, segundo um esquema do tipo da figura 3.

Cada unidade tem 5 colunas das quais as 3 centrais levam um enrolamento primário de 16 kV e uma

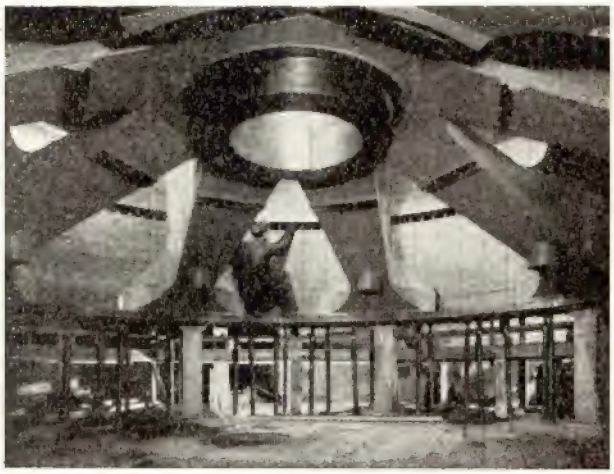


Foto 3

Montagem dos sectores do rasto do rotor

secção do secundário de $\frac{37^{0}}{\sqrt{3}}$ kV; as duas colunas dos extremos fecham o circuito magnético.

A regulação da relação de transformação é feita dentro de ± 8 %, por «transformadores de compensa-

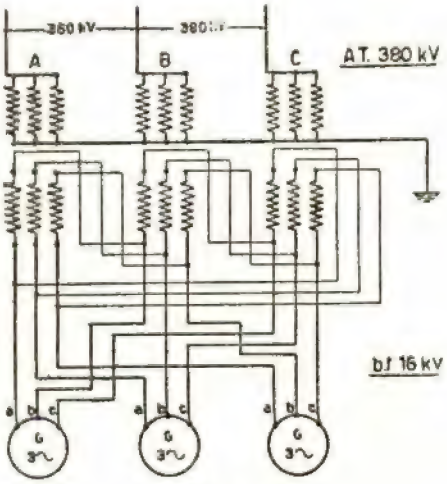


Fig 3

ção» (sobretensor-detensor) monofásicos de 9 300 kVA com relação de transformação $16/\pm \frac{30}{\sqrt{3}}$ inseridos em cada fase sobre o neutro do lado de alta tensão.

Para se colocar em tensão a linha, não bastariam os 3 geradores da central, visto que a potência capacitiva absorvida pela linha em vazio é de 500 000 kVAr. Por isso, no nó de Hallsberg, previram-se 4 bobinas de 60 000 kVAr e 2 motores síncronos com hidrogénio, de 75 000 kVAr. No nó intermédio de Midskog estão previstas outras 3 bobinas de 60 000 kVAr.

Protecção e estabilidade

Os disjuntores, pneumáticos (ar comprimido a 15 atmosferas), de poder de corte nomimal 8 000 MVA (1), estão provistos de resistências não lineares em paralelo com os contactos principais, a fim de reduzir a sobretensão de abertura.

Previu-se o fecho ultra-rápido monofásico, e, além da protecção com relé de distância, previu-se a de onda dirigida.

A fim de assegurar uma conveniente estabilidade, além de se instalarem geradores potentes e de alta relação de curto-circuito, previu-se a possibilidade de conseguir elevada velocidade de regulação de tensão e a possibilidade de obter automàticamente reduções da potência produzida pelos geradores.

As perdas totais da linha a plena carga por efeito de Joule e de coroa, serão de uns 25 MW.

A solução adoptada para o problema levantado pelo facto de entre a central da zona de Midskog e o centro de consumo de Hallsberg se fechar uma malha de lados de tensões diferentes é a de montar, em Midskog, «compensadores» (sobretensor-detensor) para a regulação da relação de transformação entre os 380 e os 220 kV e, portanto, para a distribuição da carga reactiva entre os dois sistemas, e «transformadores desfasadores ou compensadores em quadratura» para a regulação do ângulo de fase e, portanto, para a distribuição da carga activa entre os dois sistemas.

(1) Vd. «Revue Brown Boveri» n.º 1, 2-3-951.

(Artigo extraído da «Revista Electrotécnica, Julho, 1951, Argentina)

AVISO

Por se achar mais conveniente, cada volume da «Técnica» passar a ser constituído pelos números de um ano lectivo, pelo que inserimos neste número o índice relativo ao ano de 1950-51, dos n.os 205 a 214.

BIBLIOTECA

REVISTAS

C. D.

Acta Mathematica, fasc. 1 (1950) 51
Acta Physica, n.º 1 53
Acta Technica, n.ºs 1, 2 62
Actividade económica de Angola, n.º 27 . . . 31:38
Aeroplane (The), n.ºs 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096 . . . . . 629.13
Agronomia Lusitana, n.ºs 1, 2, 3 (1949) 63
Agros, n.ºs 1, 3 (1951) 63
Aircraft Engineering, n.ºs 266, 267, 268, 270, 271 629.13
Anais do Club Militar Naval, Julho-Dez. (1950) 623
Anais da Faculdade de Farmácia do Porto, vol. X 615
Anales de Mecanica y Electricidad, n.ºs 211, 212 621
Análise, n.º 27 . . . . . 016:53/54+62
Anuário Estatístico, Angola (1949) 31:35
Arcos, n.ºs 120, 121 . . . . . 621.791.052
Arquitecto Constructor (El), n.ºs 706, 707, 708, 709, 710 e 711 72
Arquitectura Portuguesa, n.ºs 163, 164 72
Asea Journal, n.ºs 12 (1950), 1-2, 3, 4 (1951) . . 621.3
Asea-Revue, n.º 1-2 . . . . . 621.3
Boletim da C. P., n.º 265 . . . . . 656.2
Boletim da Junta de Export. de Angola, n.ºs 15, 16, 17, 18 e 19 . . . . . 382.6 (673)
Boletim da Junta N. da Cortiça, n.ºs 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153 e 154 . . . . . 634.985.5
Boletim Mensal de Estatística, n.ºs 12 (1950), 1, 2, 3, 4 e 5 31
Boletim Mensal de Informação — Laboratório de engenharia civil, n.ºs 24, 25, 26, 27 025.45:016:62+66/69
Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique, n.ºs 65, 67 . . . . . 7/9 (679)
Boletim da Soc. de Geografia de Lisboa, 69.ª série (1, 2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10) 91.0
Brotéria, n.ºs 4, 5, 6, 7, Agosto-Set.-Out. 1951 1/3+7/8
Building Digest, n.ºs 4, 5, 6, 7, 8, 9 72
Bull. du Congrés des Chemins de Fer, n.ºs 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 (1951) 385
Bulletin des Etudes Portugaises et de L'Institut Français au Portugal, 1950 . . . . . 1/3+7/8
Bulletin Oerlikon, n.ºs 283, 284 . . . . . 621.3
Bulletin Secheron, n.º 22-F 621.3
Bulletin Technique de la Suisse romande, n.ºs 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 . . 624/628+72
Cemento y Hormigón, n.ºs 205, 206, 207, 208, 209 e 210 . . . . . 666.9
Chronique des Mines Coloniales (La), n.ºs 177, 178, 179, 180, 181 e 182 622
Ciência, n.º 5 (1951) 5/7
Ciencia y Tecnica, n.º 585, 586, 587, 588, 589 e 590. . . . . 62+66/69

C. D.

Civil Engineering, n.ºs 537, 438, 539, 540, 541, 542 e 543. . . . . 624/628
Compressed Air Magazine, n.ºs 2, 3, 4, 5 e 6 . . 621.5
Dyna, n.ºs 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 . . . . . 62+66/69
Electricité, n.ºs 170, 171, 172, 173 e 174 . . . . . 621.3
Energie, n.ºs 105, 106, 107 . . . . . 621.3
Engenharia, n.ºs 101, 102, 103, 104, 105 . . . . 62/69
Engenharia, n.º 13-14 (1950) . . . . . 62+66/69
Engenheiro Westinghouse (O), Junho, Agosto 1951 621.3
Engineering, n.ºs 4441, 4442, 4443, 4444, 4445, 4446, 4447, 4448, 4449, 4450, 4451, 4452, 4453, 4454, 4455, 4456, 4457, 4458, 4460, 4461, 4462, 4463, 4464, 4465, 4466, 4468 e 4469 . . . . . 62+66/69
Estudos (C. A. D. C.), n.ºs 295, 296, 267 . . . 1/2+8
Euclides, n.ºs 120, 108 5
Excavating Engineer, n.ºs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 . . 624.13
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.ºs 1518, 1519, 1520, 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528 . . 385
Gazeta da Matemática, n.º 47 51
Gazeta de Normalização, n.ºs 1, 2, 3, 4, 5 e 6 389.6 (469)
Houille Blanche (La), n.ºs 1, 2, 3 . . . . . 626/627
Indústria do Norte (A), n.º 373-74, 375-76, 377-78 62+66/69
Indústria Portuguesa, n.ºs 276, 277, 278, 279, 280, 281 e 282 . . . . . 62+66/69
Industrie des Plastiques Modernes, n.º 4, 5, 6 . . 679.5
Informaciones Iram, n.ºs 7-12 (1950) e 1 (1951) 389.6
Informes de la Construccion, n.º 28, 29, 30, 31, 32 624/628
Ingenieria (La), n.º 905 . . . . . 62+66/69
Instituto (O), vol. 114.º (1950) . . . . . 1/3+7/8
Ion, n.ºs 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122 . . . 66
L'Electrotecnica, n.ºs 2, 3, 3 bis, 4, 5, 6 . . . . . 621.3
Le Courrier, n.ºs 3, 4, 5, 6, 7-8 3
Máquinas e Metais, n.ºs 63, 64, 65, 66, 67, 68 621.9+546.3
Marelli, n.ºs 1-3, 4-12 (1947), 1-4, 5-12 (1948), 1-6, 7-12 (1949) 621
Mensário das Casas do Povo, n.º 58, 59, 61, 62, 64 (05)(061)
Metallurgia, n.º 257-258, 259, 260, 262, 263 669
Metallurgia Italiana (La), n.ºs 1, 2, 3-4, 5, 6 . . . 669
Notícias do Estado da Índia, n.ºs 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 20 352
Ossature Metalique (L'), n.ºs 4, 5, 6, 7, 8, 9 . . 624.014
Philips Industrie, n.ºs 9, 10, 11 . . . . . 621.3
Portucale, n.º 28-30 . . . . . 1/3+7/8
Procedings of the Institution of Electrical Engineers (The), n.ºs 110, 111, 112 . . . . . 621.3
Recherche Aéronautique (La), n.ºs 20, 21, 22 629.13
Revista Agronómica, n.º 1 a 4 (1948) 63
Revista de Artilharia, n.ºs 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314 623
Revue Brown Boveri, n.ºs 8-9 . . . . . 621.3
Revista de Caminos, 1.º trimestre 625
Rev. do Club de Engenharia, n.º 172, 176, 177 62+66/69

UM FIO DE LÃ MAIS RESISTENTE

UMA PRODUÇÃO MAIS ECONÓMICA

O grande poder penetrante dos óleos S/V Woolrex, de superior qualidade, permite a lubrificação completa da fibra com o consequente aumento da resistência do fio.

Mas há mais!... Os S/V Woolrex de grande resistência à oxidação — não formam gomas, não rançam, e também não enferrujam as cardas. Evitam sobretudo a formação de poeiras; formam emulsões estáveis, sem necessidade de adicionar outros produtos.

Estes óleos eliminam-se fàcilmente.

A Secção Técnica da Socony-Vacuum está às ordens de V. Exa.

S/V WOOLREX

ÓLEOS PERFEITOS PARA LÃS

SOCONY-VACUUM

2377

SOCONY-VACUUM OIL COMPANY, INC.

C. D.

Revista de Economia, Março, 1951 3
Revista Electrotécnica, n.os 3, 4, 5, 6 . . . . . 621.39
Revista Industrial y Fabril, n.os 53, 54, 55, 56, 57 e 58 . . . . . 62+66/69
Revista Municipal de Engenharia, n.º 4 (1950) n.os 1, 2, (1951) 624 628
Revista de Obras Públicas, n.os 2831, 2832, 2833, 2834, 2835 . . . . . 624/628
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.os 83-84, 85-86, 87-88, 89-90 . . . . . 62+66/69
Revista Politécnica, n.º 159, 160, 161 . . . 62+66/69
Revista do Sindicato N. Eng.s Auxiliares e Agentes Técnicos de Engenharia, n.s 57-58, 59-60 62+66/69

C. D.

Revue Brown Boveri, n.os 10, 12 (1950) e n.os 1-2-3 (1951) 261.3
Revue du Nickel, n.º 3 (1951) 669.24
Revue Technique Philips, n.º 5, 6, 7, 8, 9, 10 621.39
Revue Technique Sulzer, n.º 3, 4 (1950) n.º 1 (1951) 621.3
Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, n.º 1, 2, 3 (1951) 526 (45)
Seara Nova, n.os 1190-91, 1194-95, 1196-97, 1198-99, 1200-203, 1212-215, 1216-219, 1220-23, 1224-25, 1226-27, 1228-29 . . . . . 3+7/8
Torino, n.º 2 . . . . . .
Urbanismo, n.s 1, 2, 3-4 711
Vértice, n.s 91, 92, 93, 94, 95 . . . . . 1/3+7/8
Via Latina, n.º 51 05

FICHEIRO

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 621.319.4 : 621.316.727

Developement of capacitors — *Bror Hansson* e *P. Skogby*.
Asea Journal, 7-951, vol. 24, n.º 7, págs. 95-102.

C. D. 621.365.413 : 666.1.038.2

Electric annealing of glass were — *A. H. Dokns*.
Asea Journal, 7-951, vol. 24, n.º 7, págs. 103-107.

C. D. 621.313.322.062.12 : 621.316.722

Marche en parallèle des machines synchrones et réglage de ler tension en fonction du courant débité — *K. E. Johansson*.
Asea Revue, 7-951, vol. 23, n.º 4, págs. 63-72.

C. D. 621.873.063.2

Nouveaux appareils de manoeuvre pour benne preneuse à un seul mateur de levage — *Mannerfelt, Claes*.
Asea Revue, 7-951, vol. 23, n.º 4, págs. 58-62.

C. D. 621.34 : 621.873/4

Tendances modernes dans l'equipement électrique des ponts roulants et des grues — *A. Sahlberg*.
Asea Revue, 7-951, vol. 23, n.º 4, págs. 51-57.

C. D. 621.313.322 — 82

The Harspränget generators.
Asea Journal, Maio-Junho, 1951, vol. 24, n.º 5-6, págs. 90-91.

C. D. 621.3.014.36

Some aspects of the thermal short-circuit strength of electrical equipament — *I. Herlitz*.
Asea Journal, Maio-Junho, 1951, vol. 24, n.º 5-6, págs. 84-89.

C. D. 621.311.21. (485)

The Hölleforsen power Station — *B. Larsson*.
Asea Journal, Maio-Junho, 1951, vol. 24, n.º 5-6, págs. 67-83.

C. D. 621.315.174

Perturbacion debida a la formacion de hielo en una linea a 150 K. V. de la S. A. des forces motrices bernaises.
Anales de Mecanica y Electricidad, Novembro--Dezembro, 1951, XXVI, n.º 210, págs. 342-343.

C. D. 658.531.1

Calculo del Tiempo — tipo de Fabricacion en caso de trabajos simultaneos — *Echaid (Ignácio)*.
Anales de Mecanica e Electricidad, Setembro-Outubro, 1950, vol. XXVI n.º 5, págs. 261-266.

C. D. 621.314.2.017.71

El calentamiento de los transformadores de potencia y su influencia en la vida de trabajo — *Redondo (Francisco)*.
Anales de Mecanica e Electricidad, Novembro--Dezembro, 1950, vol. XXVI, n.º 6, págs. 307-311.

C. D. 331.23

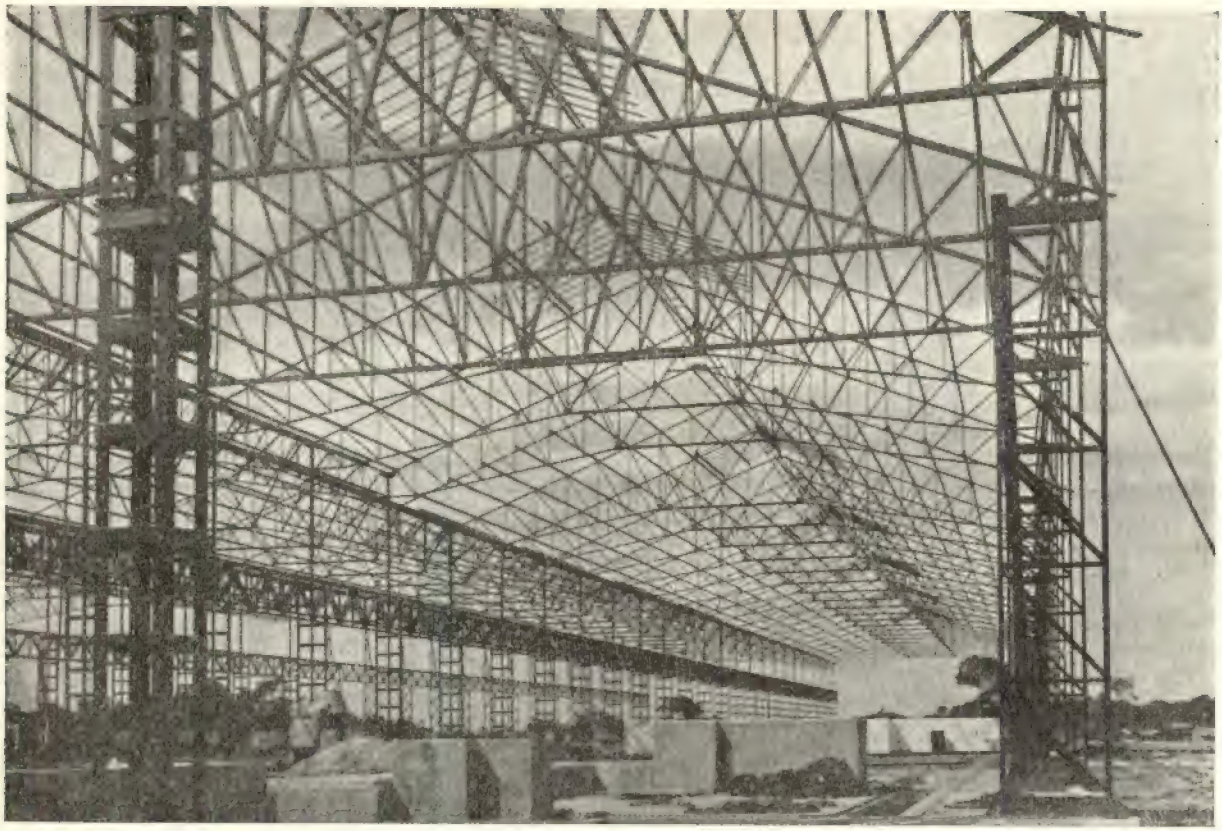
El accionariado obrero — *Guerrero (Fernando)*.
Anales de Mecanica y Electricidad, Novembro--Dezembro, 1950, vol. XXVI, n.º 6, págs. 312-321.

C. D. 621.317.784.045.53

Erreurs de connexions d'un compteur ou d'un wattimetre triplasé — *Thirrion (Paul)*.
Electricité, 4-951, 35 Anné, n.º 171, págs. 103-106.

C. D. 531.71 : 537

Quelques méthodes electriques de mesure de quantités mécaniques.
Electricité, 6-951, 35 Anné, n.º 173, págs. 154-155.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África.
Executada pela OMES, Lusitana (antiga OMES).

Executada por

OMES

OBRAS METÁLICAS ELECTRO-SOLDADAS, L.DA

Nesta oficina executam-se também os seguintes outros trabalhos:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede

Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10

Telef. 39008

LISBOA

C. D. [654 8.036.3 + 664.8.047] : 621.364.15

La pasteurisation et la deshydratation des produits alimentaries et fharmaceutiques pour la haute fréquence — *Hemardioquer (P.).*

Electricité, 7-951, 35ª année, n.º 174, págs. 201-204.

C. D. 538.551.42/3

Le facteur de puissance — *C. Villiers.*

Electricité, 3-951, 35º année, n.º 170, págs. 69-72.

É um artigo de vulcanização; toma imagens mecânicas para tornar acessível a noção.

C. D. 658 516 : 389.6

An organization for internal standardization in a large manufacturing company — *Daglish (I.).*

The Proceedings of the Institution of Electrical Engeneers, 7-951, vol. 98, n.º 112, págs. 193-203.

C. D. 621.397.2 : 621.396.65

The London. Birmigham Television Radio-relay link — *Clayton (I.) Espley (C.) Griffith (S.) Pinkham (A.).*

Proceedings of Institution of Electrotecnical Engeneers, 7-951, vol. 98, n.º 112, págs. 204-228.

C. D. 621.311.15 : 311

Operational research in electricity distribution and utilization — *Schiller (P.).*

Proceedings of Institution of Electrical Engeneers, 7-951, vol. 98, n.º 112, págs. 229-238.

C. D. 621.316.7.078

Experimental Frequency Analysis of Servo Elements — *A. Garde and E. Persson.*

Asea Journal, 12-950, vol. 23, n.º 12, págs. 163-166.

C. D. 621 — 52

Experimental Frequency Analysis of Servo Elements — *A. Gard and E. Person.*

Asea Journal, 12-950, vol. 23, n.º 12, págs. 163-166.

C. D. 331-23

El salario proporcional — *Ignacio de Echaide.*

Anales de Mecanica y Electricidad, 7-8-950, vol. 26, n.º 4, págs. 209-215.

C. D. 669.144.1 — 162

Sondage des aciers au manganèse

Philips Industrie, 11-950, 2ª année, n.º 9, págs. 15-18.

C. D. 621.313.2 — 9 — 585

Le reglage electronique de vitesse des motours.

Philips Industrie, 11-950, 2ª année, n.º 9, págs. 19-22.

C. D. 621.319.4 : 621.317.8

Haute Rustabilité d'une batterie de condensateurs.

Philips Industrie, 10-950, 2ª année, n.º 9, págs. 3-6.

C. D. 621.314.65.072.2

«Hygiène» et longue vie des batteries d'accus par le redresseur electrique de conservation.

Philips Industrie, 11-950, 2ª année, n.º 9, págs. 8-10.

C. D. 621 313.043/4 — 755

Equilibrage statique ou equilibrage dynamique?

Philips Industrie, 11-950, 2ª année, n.º 9, págs. 11-14.

C. D. 621.43.00.14 : 621.385

L'etude oscillographique des moteurs à combustion — *Hemardinguer (P.).*

Electricité, 4-951, 35ª année, n.º 171, págs. 111-114.

C. D. 616 — 073.7 (01)

Les appareils electroniques de diagnostic — *P. Hemardinguer.*

Electricité, 3-951, n.º 170, págs. 86-89.

C. D. 621.575.3

L'armoire frigorifique menagere à absorption — *V. Archer.*

Electricité, 3-951, n,º 170, págs. 73-76.

C. D. 621.791.352 : 621.365

Le brasage an four electrique — *R. Gantheret.*

Electricité, 3-951, 35ª année, n.º 170, págs. 77-82.

C. D. 621.315.615.017

Pertes en courant alternatif et en courant continu dans les dielectriques liquides. Relations entre ces deux sortes de pertes — *Coquillion (J.).*

Electricité, 3-851, 35ª année, n.º 170, págs. 63-68.

C. D. 621.364.143

Le chauffage electrique pur lampes à rayonnement infra-rouge — *Gartheret (R.).*

Electricité, 4-951, 35ª année, págs. 107-110 e 128-132.

Vista de conjunto do problema do aquecimento industrial com clareza.

C. D. 621.3.011 : [621.318.5 + 621.316.5]

O symbolie method for the solution of some switching and relay-circuit problems — *Lewis (I. A. D.).*

Proceedings of Institute of Electrical Engeneers, 5-951, vol. 98, n.º I-3, págs. 181-191.

C. D. 621.316.728 : 621.311.21

The control of Hidro-electric plant — *Frost (A. C. H.) and Brittlebank (W.).*

Procedings of Institute of Electrical Engeneers, 5-951, vol· 98, n.º 1-3, págs. 129-154.

C. D. 621.319.5

The development and design of high voltage impulse generators — *Edwards (F. S.), Rusbands (A. S.) and Perry (F. R.).*

Procedings of Institute of Electrical Engeneers, 5-951, vol. 98. n.º I-3, págs. 155-180.

C. D. 621.315.054.42

Le premier condensateur série au monde instaleé dans un grand reseau.
Asea Revue, 1-3-951, 23.° ano, n.os 1, 2 e 3.

C. D. 621.315.054.42.003

Possibilites economiques du condensateur série — *Herlitz (I).*
Asea Revue, 1-3-951, 23.° ano, n.os 1 e 2, págs. 4-8.

C. D. 621.315.054.42

Problemes techniques liés á l'utilisation des condensateurs serie sur lignes de transmission a grande puissance — *Knudsen (Niels).*
Asea Revue, 1-3-951, 23.° ano, n.os 1-2, págs. 9-14.

C. D. 621.315 054.42:621.319.4

Un condensateur série á 220 KV — *Zetlerstedt (B.)*
Asea Revue, 1-3-951, 23.° ano, n.os 1-2, págs. 15-20.

C. D. 621.34:674

Moteurs e appareillage electriques dans les industries du bois — *Collasdet (J.), Besset (Jean), (Wilfant (M.), Gantheret (R.)*
Electricité, 8-951, 35.° ano, n.° 174, págs. 178-181.

C. D. 538.551.3/4

Le facteur de puissance en regime non sinusoidal — *Bason (Paul), Thesio (Henri).*
Electricité, 4-951, 35.° ano, n.° 171, págs. 115-118.

C. D. 621.364.15

Les applications du chauffage par induction a haute frequence — *Canthevet (R.)*
Electricité, 7-951, 35.° ano, n.° 174, págs 195-200.

C. D. 621.364.15

Le chauffage par induction á haute frequence — *R. Gantheret.*
Electricité, 6-951, 35.° ano, n.° 173, págs. 163-168.

C. D. 621.313.12.078

Les regulateurs automatiques des generatrices electriques — *Estrabant (J.)*
Electricité, 6-951, 35.° ano, n.° 173, págs. 169-176.

C. D. 621.700.2:621.3

Reflexions sur l'equipement eléctrique des ateliers — *Rolard (J.)*
Electricité, 6-951, 35.° ano, n.° 173, págs. 157-162.

C. D. 641.586:334.4

La cuisine electrique dans les collectivités — *Beansorger (Ch.)*
Electricité, 7-951, 35.° ano, n.° 174, págs. 182-188.

C. D. 621.335.2

La locomotive electrique CC 6051 a 20.000 V-50 HZ de la S. N. C. F. — *Desant (L.) Gaide (M.)*
Electricité, 5-951, 35.° ano, n.° 175, págs. 133-138.

C. D. 621.316.718:621.385

Le commande electronique dans l'industrie — *R. Bolant.*
Electricité, 5-951, 35.° ano, n.° 172, págs. 121-127.

C. D. 533.6.063

Determination rapide des trainées d'onde d'ailes en queue d'hirondelle — *M. Bismut.*
La Recherche Aeronautique, 1951, n.° 21, pág. 9.

C. D. 531.784

Dynamomètre 191 — *G. Faure.*
La Recherche Aeronautique, 3-4-951, n.° 20, pág. 43.

C. D. 531.784

La dynamométrie et les jauges a fils resistents collés — *E. Gaignelet.*
La Recherche Aeronautique, 3-4-951, n.° 20, pág. 27.

C. D. 533.6.05

Flight Characteristics at High Mach Numbers.
Aircraft Engineering, 5-951, vol. 23, n.° 267, pág. 139.

C. D. 533.6.07

Shock-Wave Shadow Photography in Tunnel on in Flight — *F. E. Lamplough.*
Aircraft Engineering, 4-951, vol. 23, n.° 266, pág. 94.

C. D. 531.221.6

An Application of the Thee-Moment Equation.
Aircraft Engineering, 6-951, vol. 23, n.° 268, pág. 173.

C. D. 533.6.01

The Quadrilateral «Shear» Panel — *S. J. Garvey.*
Aircraft Engineering, 5-951, vol. 23, n.° 267, pág. 134.

C. D. 534.01:533.6

An Application of the Escalator Process — *J. Morris.*
Aircraft Engineering, 5-951, vol. 23, n.° 267, pág. 136.

C. D. 519 271.01

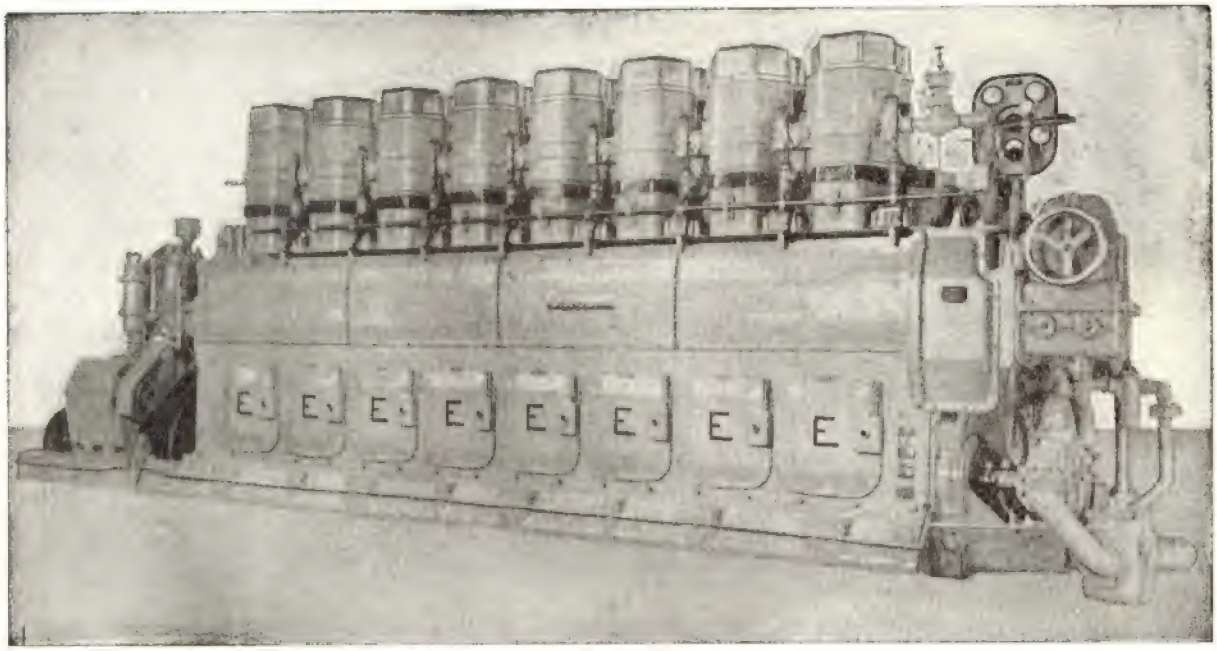
Théorie des erreurs en calcul matriciel — *J. M. Sourien e R. Bonnord.*
La Recherche Aeronautique, 1-2-951, n.° 19, pág. 41.

C. D. 621.311.1 (81)

La situación de la industria eléctrica en el Brasil.
Revista Electrotecnica, 8-951, vol. 37, n.° 8, págs. 315-317.

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP **200 a 850 RPM** **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º **LISBOA**

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XIII

N.os 205 A 214

Outubro de 1950 a Julho de 1951

Índice alfabético dos artigos publicados

A

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Acções moleculares nos problemas de elasticidade a duas dimensões (Determinação gráfica das)	Dr. Fernando Dias Agudo (Licenciado em Ciências Matemácas) (Do Curso de Eng. Civil)	213	Junho	1951	567
Alternadores de grande potência (Possibilidade de variação rápida do flluxo dos)	Eng. Luís da Silva Garcia Ribeiro (E. S. E.)	212	Maio	1951	485
Alvalade (A experiência de)	Eng.º Luís Guimarães Lobato (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	329
Amoníaco (Síntese do)	Eng.º Henrique Marques Pereira (I. S. T.)	205	Outubro	1950	13
Idem	Idem	206	Novembro	1950	17
Aproveitamentos Hidroeléctricos no País — Evolução e estado actual	Eng.º Carvalho Xerez	209-210	Fev.-Março	1951	319

B

Barragem de Santa Luzia (Ensaios sobre metal da)	Eng.os Manuel Rocha e Laginha Serafim (I. S. T.)	207	Dezembro	1950	127
Bodas de prata	Dr. Mira Fernandes (Prof. do I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	263

C

Caminhos de Ferro (1949-50) (Palavras de intróito das lições de)	Prof. Eng.º Francisco de Paula Leite Pinto (Prof. do I. S. T.)	205	Outubro	1950	1
Caolino sob a acção do calor (Nota sobre a decomposição do)	Dr. Arthur de Sousa	205	Outubro	1950	39
Cávado e Rabagão (Plano do aproveitamento hidroeléctrico do)	Redactores da «Técnica»	213	Junho	1951	588

C

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Centrais eléctricas — Linhas gerais da sua evolução	Eng.º Sérgio A. F. Medeiros (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	293
Construção em Lisboa (Problemas da)	Eng.º Manuel Bravo (I. S T.)	209-210	Fev.-Março	1951	325
Correias transportadoras	Eng.º Fernandes de Mello Mendes (I. S. T.)	211	Abril	1951	417
Idem	Idem	212	Maio	1951	505
Idem	Idem	213	Junho	1951	571
Idem	Idem	214	Julho	1951	623
Cortiça nos isolamentos térmicos e fónicos (Curso sobre o emprego da)	Eng.º Alfredo B. de Andrade	205	Outubro	1950	42
Idem	Idem	206	Novembro	1950	108
Idem	Idem	211	Abril	1951	451
Idem	Idem	212	Maio	1951	518
Idem	Idem	213	Junho	1951	583
Idem	Idem	214	Julho	1951	641

D

Defeza antisísmica	Abel Cardoso (Membro efectivo da Ordem dos Engenheiros)	205	Outubro	1950	36
Idem	Idem	206	Novembro	1950	71
Idem	Idem	207	Dezembro	1950	171
Idem	Idem	208	Janeiro	1951	237
Defesa antisísmica — Considerações sobre o factor sísmico	Idem	214	Julho	1951	613
Deslizamento circular (Um caso curioso de)	Eng.º Manuel Pimentel Pereira dos Santos (U. P.)	214	Julho	1950	605

E

Ecluse sans consommation d'eau (L')	L. Rothmund (Prof. da Escola Politécnica de Stuttgart)	205	Outubro	1950	27
Ensino ministrado no I. S. T. (Contribuição à reorganização do)	A. E. I. S. T.	212	Maio	1951	463
Idem	Idem	213	Junho	1951	529
Idem	Idem	214	Julho	1951	597
Equação dos três momentos (Uma nova expressão da)	Eng.º Francisco Augusto Rosa	212	Maio	1951	495
Equipamento eléctrico	Eng.º Varichon	211	Abril	1950	427
Estruturas sobre modelo (Método fotográfico para o estudo de)	Eng.os Manuel Rocha e J. Ferry Borges	208	Janeiro	1951	217

F

Ficheiros técnicos particulares (Serviço de documentação e)	Direcção da Biblioteca	208	Janeiro	1951	236

H

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Habitação em Lisboa. Subsídios para o seu estudo (O problema da)	Eng.º Luís Guimarães Lobato (I. S. T.)	207	Dezembro	1950	151
Hidráulica marítima (25 anos de progresso no domínio da)	Eng.º Carlos Krus Abecassis (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	341

I

Índice californiano de resistência (Determinação no campo do)	Eng.º J. M. Seguro (I. S. T.)	212	Maio	1951	475
Interligação (As restrições do consumo da energia eléctrica e a)	Eng.º José Ferreira Dias Júnior (Prof. do I. S. T.)	206	Novembro	1950	55
Investigação (Algumas notas sobre o problema da)	Eng.º Ruy H. Rolão Gonçalves (I. S. T.)	211	Abril	1951	395

L

Laboratório de Engenharia (Conferências do)	. . . . .	206	Novembro	1950	70

M

Mecânica do solo e suas aplicações — Corrigenda (A)	Eng.º Manuel Pimentel Pereira dos Santos	205	Outubro	1950	50
Minérios de ferro português sob o ponto de vista siderúrgico (Um estudo dos)	Eng.º Agostino Bargone (Prof. do I. S. T.) e Eng.º Vítor Pinto Pinheiro (Assistente do I. S. T.)	207	Dezembro	1950	163
Idem	Idem	208	Janeiro	1951	198
Mortiers et bétons des ouvrages portuaires portugais (Etat actuel des)	MM. Manuel Rocha, António Coutinho e A. Beja Neves	213	Junho	1951	543
Mundo Técnico (Do)	. . . . .	206	Novembro	1950	115
Idem	. . . . .	207	Dezembro	1950	181
Idem	. . . . .	208	Janeiro	1951	251
Idem	. . . . .	209-210	Fev.-Março	1951	375
Idem	. . . . .	211	Abril	1951	459
Idem	. . . . .	212	Maio	1851	526
Idem	. . . . .	213	Junho	1951	590
Idem	. . . . .	214	Julho	1951	650

O

Obras hidroagrícolas (As realizações dentro do Plano de..... elaborado pela Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola em execução da lei de reconstituição económica)	Eng.º Armando da Palma Carlos (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	307
Organização industrial americana (Altos salários, baixos custos de produção e reduzidos preços de venda numa grande)	Eng.º Francesco Magri	208	Janeiro	1951	186
Ouvrages portuais portugais (Etat actuel de mortiers et betons des)	MM. Manuel Rocha, António Coutinho e A. Beja das Neves	213	Junho	1951	543

Q

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Química analítica (Estado de evolução e tendências da)	Eng.º A. Herculano de Carvalho (Prof. do I. S. T.)	207	Dezembro	1950	119
Química Moderna (O Domínio da Actividade da)	Eng! Luís A. de Almeida Alves (Prof. do I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	347

R

Radioelectricidade (25 anos de)	Eng. Manuel Amaro Vieira (I.S.T.)	209-210	Fev.-Março	1951	281
Raio Hidráulico dum material filtrante constituído por grãos soltos (Sobre a determinação estatística do)	Mário Fontoura (Assistente de Física do I. S. T.)	213	Junho	1951	637

S

Saudação aos Novos	Eng.º José de Queiroz Vaz Guedes (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	267
Sistemas hiperstáticos pelo método de Rieger (Notas sobre a resolução de)	J. Tiroa	211	Abril	1951	409

T

Tarifa de baixa tensão (Aplicação da teoria da venda ao preço de custo marginal no estudo duma)	Eng.º Paulo de Barros (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	262
«Técnica»	Eng.º José Belard da Fonseca (I. S. T.)	209-210	Fev.-Março	1951	261
Trias Salifère au Portugal (Le)	Marius Dalloni (Professor honorário na Faculdade de Ciências de Alger)	205	Outubro	1950	7

U

Ultramar (Ciclo da Conferência sobre o)	. . . . .	212	Maio	1951	474

V

Vida Escolar e Associativa	Direcção da Biblioteca	207	Dezebro	1950	152
Idem	Presidente da Associação dos Estudantes	209-210	Fev.-Marco	1951	364
Idem	Director da Secção Pedagógica	211	Abril	1951	426
Vinte cinco anos — Comemorando... e Reflectindo	Direcção da «Técnica»	209-210	Fev.-Março	1951	259

CARLISLE

A MOTONIVELADORA INGLESA DE FAMA MUNDIAL!...

MOTOR DIESEL LEYLAND — LÂMINA DE AÇO CONTRA O DESGASTE — TODOS OS COMANDOS HIDRÁULICOS DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA — PNEUS ESPECIAIS ANTI-DERRAPANTES 13,00 × 24 ETC. ETC. ETC.

E ALÉM DE TUDO ISTO O SEU

PAGAMENTO É FEITO EM ESTERLINO

Distribuição mundial por

BLACKWOOD HODGE

Praça da Alegria 58, 5.º A LISBOA Telefones 3 2064 — 3 2065

Portugal, Inglaterra, E. U. A., Espanha, Bélgica, Itália, África do Sul, África Oriental, África Ocidental, as duas Rodésias e Nyassaland, Congo Belga, Angola, Moçambique, Sudão, Índia, Paquistão, Ceilão, Burma, Australáasia

Sociedade Industrial Metalurgica

Responsabilidade Limitada

(REGISADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

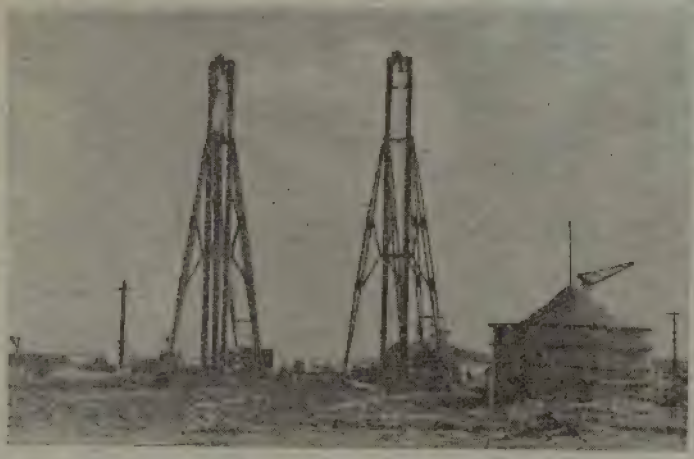
Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 2 2344



Execução de estacas moldadas no terreno para fundação de um Silo Parabólico da C. U. Fabril, no Barreiro

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

A MAIS RÁPIDA PERFURAÇÃO EM QUALQUER ESPECIE DE ROCHA

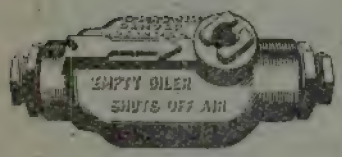
— outra razão para escolher a marca

GARDNER-DENVER

Se precisa de furar rocha, por mais dura que seja – quer inteira, quer já quebrada – encontrará um perfurador manual Gardner-Denver apropriado e com capacidade para esse trabalho.

Eis uma das muitas razões por que V. terá toda a vantagem em incluir nos seus planos futuros as bombas, os compressores, os perfuradores de rocha e outros equipamentos pneumáticos da marca Gardner-Denver.

Peça-nos informações pormenorizadas, ou consulte os nossos representantes. É possível que eles possam fornecer o equipamento Gardner-Denver, que V. precisa, mais depressa do que julga.



Proteja os perfuradores manuais — e todas as suas ferramentas para trabalhos ao ar livre — com o Oleador Automático LO12. Isola do ar logo que espalha o óleo.

DESDE 1859

GARDNER-DENVER

Gardner-Denver Company, Export Division: 233 Broadway, New York 7, N. Y., U. S. A.
Gardner-Denver Company, Quincy, Illinois, U. S. A.

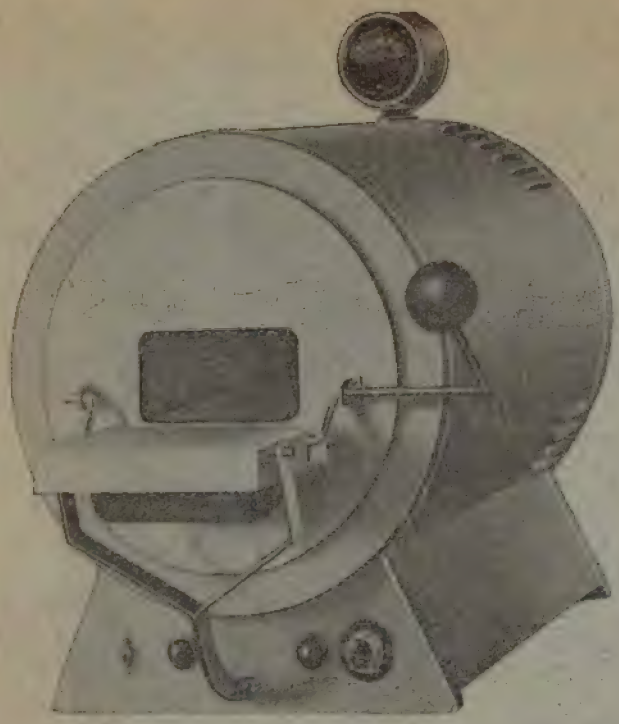
COMPRESSORES, BOMBAS E PERFURADORES DE ROCHA DE PRIMEIRA QUALIDADE

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA PORTUGAL:

CASTOR LAORDEN BESGA

Rua D. Filipa de Vilhena, 6-D, 6-E

LISBOA



Heraeus

Fornos de mufla, estufas de vácuo bacteriológicas e em atmosférico

Material de vidro Schott, Pierex e nacional

Porcelana Staatlich - Berlin e nacional

Aparelhos: Potenciómetros, colorímetros, etc.

Fornecimentos completos para Laboratórios.

AURELIANO J. NEVES, L.DA

RUA DA PRATA, 234, 2.º

Telef. 2 8323

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824

POR

José Ferreira Pinto Basto

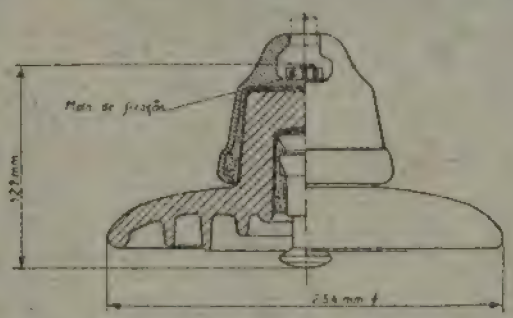
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,5 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca 17 — **Fábrica em Ílhavo — Aveiro**
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado 18 — **Rua Cândido Reis, 118 — Porto**

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINE A GAZ

MONTROUGE — FRANCE

Aparelhos de Medida para todas as instalações de Gás, Electricidade — Água e Vapor

Contadores para

Água — Gás

Vapor

Electricidade

Amperímetros

Voltímetros

Wattímetros

Ohmímetros

Aparelhagem completa para protecção de Linhas de Transporte de Energia Eléctrica

MATERIAL EM STOCK

REPRESENTANTES GERAIS PARA PORTUGAL E COLÓNIAS:

NOGUEIRA LIMITADA

107, RUA DOS DOURADORES — LISBOA

TEL. 2 1381 — 2 1382 — 30655

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

APARELHOS DE MEDIDA

CHAUVIN ARNOUX & C.IE

TINTAS E VERNIZES

BITULAC, L.TD

CARVÕES DE ARCO PARA CINEMA E FOTOGRAVURA

S.TE LE CARBONE LORRAINE

ELECTRODOS E TODOS OS ACESSÓRIOS PARA SOLDADURA ELECTRICA

ARCOS

CONSULTAR:

J. ROMA, L.DA

PRAÇA DA FIGUEIRA, 12 — LISBOA

Telefone 3 3133

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 — Telefone 2 2628 — LISBOA

LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º — Telefone 2 3466 — PORTO

Medidas de frequências de transporte utilizadas nos osciladores.

DA TEORIA À PRÁTICA

Nos nossos dias a técnica de medidas no ramo das telecomunicações utiliza, sem excepção, todos os princípios básicos da ciência da Electricidade. Nos primeiros tempos, os aparelhos eram comparativamente imperfeitos e de pouca ou nenhuma sensibilidade e os métodos empregados eram muitas vezes utilizados ao acaso e, com frequência, inevitàvelmente inadequados. Desde então, as necessidades duma indústria altamente especializada e pronta a competir revolucionou a técnica de medidas, a qual se tornou uma ciência por direito próprio. Como especialistas no desenho e fabrico de equipamento telefónico, de transmissão e sinalização por correntes fracas, a Automatic Telephone & Electric Co. Ltd. mantém um grupo de engenheiros desenhando e construindo equipamento de medidas, o qual representa por meio de indicações visuais ou acústicas, um quadro real das características de qualquer produto, em qualquer fase de fabrico e debaixo de mais severas condições de operação do que aquelas que se verificam em serviço normal.

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA, S. A. R. L.

Sede: Avenida António Augusto de Aguiar, 19-3.º Esq., Lisboa

Fábrica: Avenida Infante D. Henrique (Cabo Ruivo), Lisboa

Companhia associada da

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC CO. LTD.

Londres e Liverpool — Inglaterra

OS PRODUTOS DESTA COMPANHIA INCLUEM:

EQUIPAMENTO TELEFÓNICO AUTOMÁTICO PARA ESTAÇÕES DIRECTORAS E NÃO DIRECTORAS; ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS INTERURBANAS; ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS PARTICULARES; ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS PARTICULARES COM ACESSO À REDE; EQUIPAMENTO DE TRANSMISSÃO POR ALTAS FREQUÊNCIAS A UMA OU MAIS VIAS, UTILIZANDO LINHAS AÉREAS, CABOS OU CIRCUITOS DE RÁDIO; EQUIPAMENTO TELEFÓNICO DE INTERCOMUNICAÇÃO; EQUIPAMENTO SUPERVISOR CENTRALIZADO PARA CONTROLE E INDICAÇÃO REMOTA; SISTEMA «ELECTRO-MATIC» PARA SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO ACTUADO PELO VEÍCULO; EQUIPAMENTO RITMÁTICO DE CONTROLE; EQUIPAMENTO TELEFÓNICO E DE SINALIZAÇÃO PARA MINAS.

Companhia Portuguesa de Fundações e Sondagens, L.da

(FUNSON)

Concessionários das "Patentes François"

Impermeabilização de barragens, depósitos, túneis, etc.

Profundação de poços e perfuração de galerias.

Sondagens a percussão e rotação, captação de águas e furos artesianos.

Estacaria «FRANÇOIS» de betão e injectados.

Análises por métodos geofísicos.

Injecções de argamassa Coloidal «*Colgrout*» e «*Colcret*»

Calçada do Combro, 32-2.° Dt.° — Telef. 21583 - LISBOA

FORNOS ELÉCTRICOS PARA FUSÃO

FUSÃO RÁPIDA, ECONÓMICA E CONTROLADA

— Fornos «*Birlec-Detroit*» de arco, basculantes, para latão, bronze, cobre, ligas de ferro, etc.

— Fornos «*Birlec-Lectromelt*» de arco para aço e ferro.

— Lares anteriores *Birlec* para fornos de cúpula para sobreaquecimento de ferro em fusão.

— Fornos «*Birlec-Tama*» de indução, de baixa frequência, para alumínio e ligas leves.

— Fornos «*Birlec-Northrup*» de indução, de alta frequência, para metais ferrosos e não ferrosos.

DESDE PEQUENOS FORNOS DE LABORATORIO
ATE ÀS UNIDADES DA MAIS ALTA PRODUÇÃO

BIRLEC **LIMITED**

TYBURN ROAD • ERDINGTON • BIRMINGHAM 24

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS DE FUNDIÇAO:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

RUA DO NORTE, 5 LISBOA Telefones: 2 8135/6

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS:

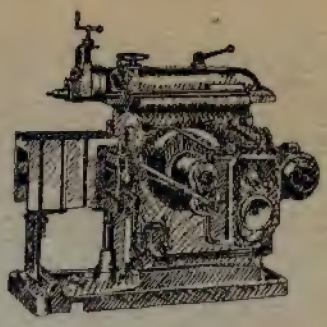
ALHERS, LINDLEY, L.DA

RUA DO FERREGIAL DE BAIXO, 33, 2.º — LISBOA — Telefones: 2 1321/4

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos
e para todas as aplicações
Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo
«**Klein, Schanzlin** e **Becker**»
Motores a óleos pesados «**SKODA**»
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»
Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»
Transportadores aéreos
Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

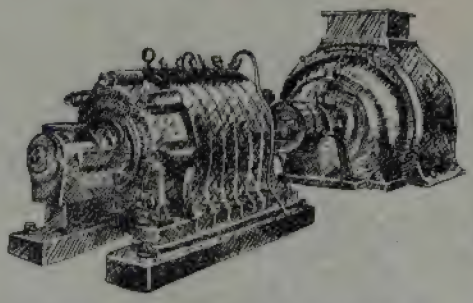
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas
e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas
portáteis

Material para garagens
e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA
(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45-49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

"GREY"

Vigas e Ferros T

**Agentes exclusivos para Portugal
e Colónias Portuguesas**

NOGUEIRA LIMITADA

LISBOA
107 — R. dos Douradores
Tel. 21381 — 21382 — 30655

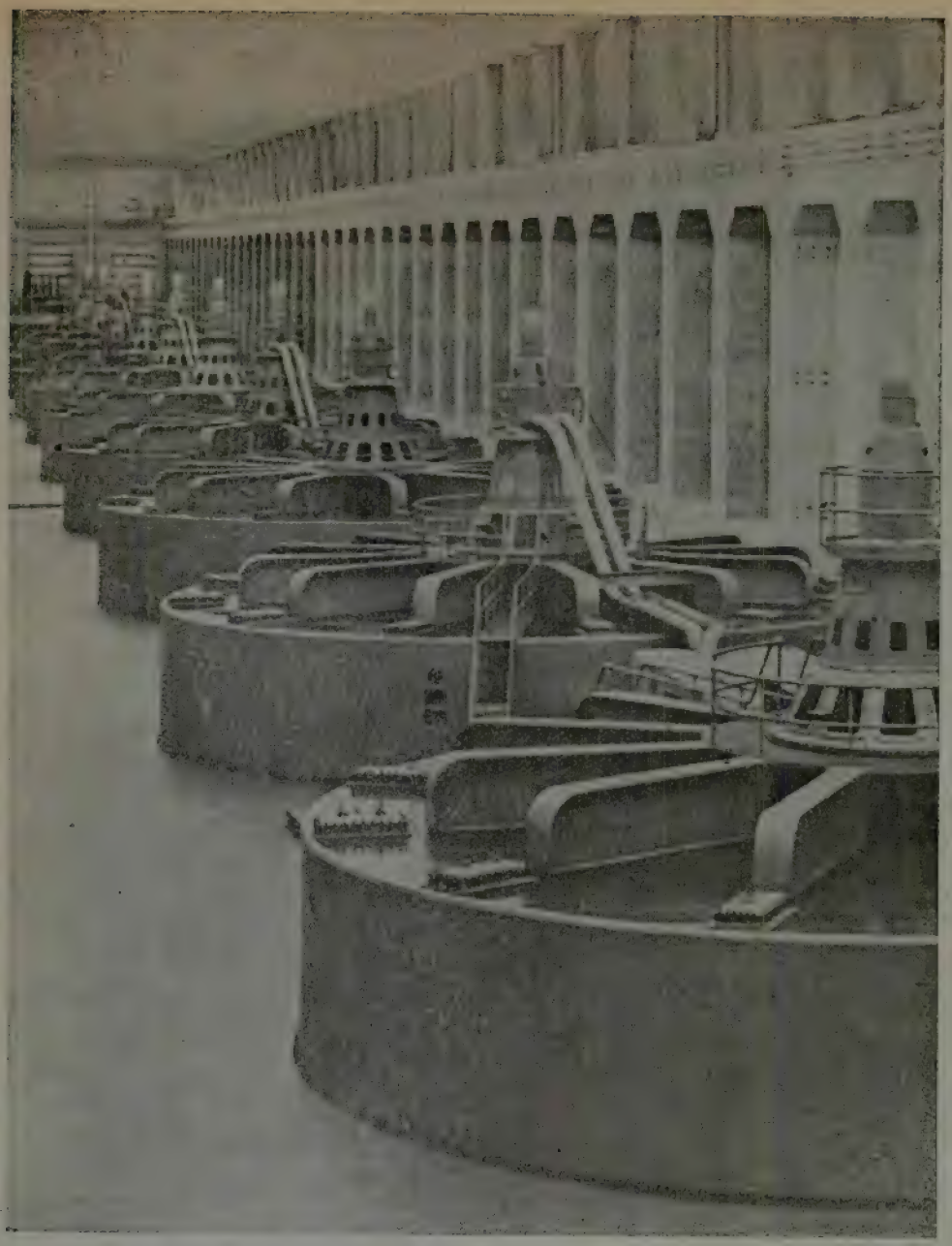
PORTO
136 — Rua do Almada
Tel. 27167

FUNDAÇÕES FRANKI

Transporte da torre de um dos bate-estacas

Sociedade Construtora Portuguesa, L.da

P. da Alegria, 20, r/c+Telef. 27456+LISBOA



A GENERAL ELECTRIC NO CAMPO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

Central Hidro-Eléctrica contendo 10 grupos com alternadores verticais GENERAL ELECTRIC de 60 000 KVA, cada, instalada na barragem de Bonneville, no Rio Columbia, Estado de Oregon, E. U. A.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA
Rua do Norte, 5

FILIAL NO PORTO
R. Sá da Bandeira, 585

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

CONDUTORES ELÉCTRICOS

CEL

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

Alfa Romeo 1900

UMA EXPERIÊNCIA + UMA CLASSE + UMA TRADIÇÃO

Pneus Pirelli

OFICINAS E LABORATÓRIOS DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57

Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

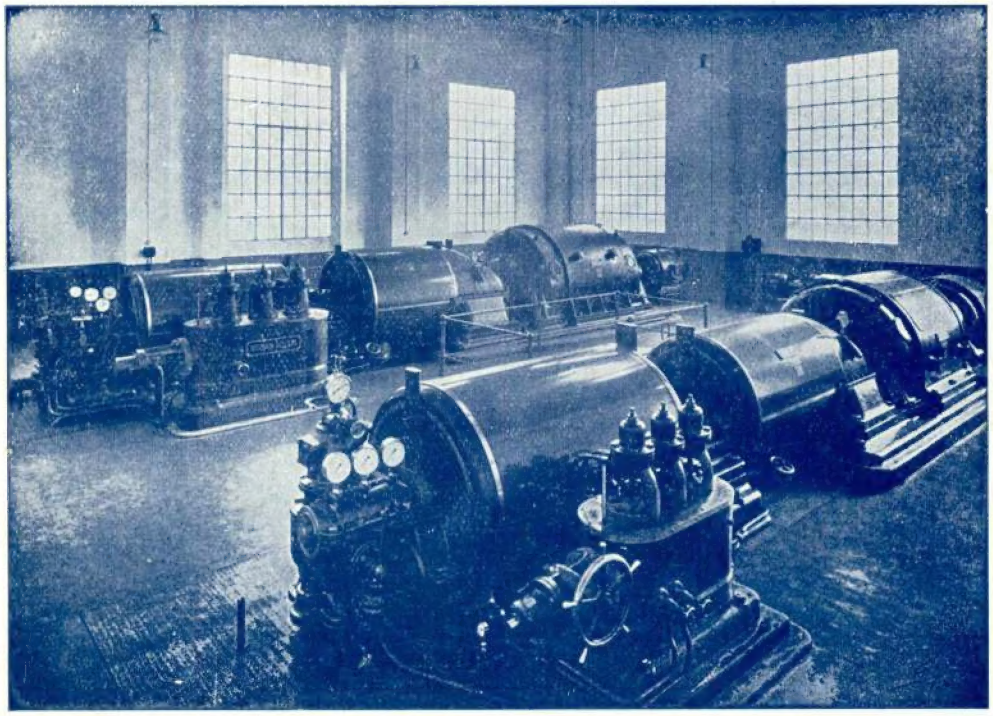
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



S. A. União Eléctrica Portuguesa — Setúbal
Turbo-grupos de 6.400 kW